4.3.3. Procedimentos da Operação

Recepção dos Resíduos

O controle na entrada do aterro é feito na guarita que irá atender a futura balança, onde é preenchido o formulário de controle, no qual são anotados os dados dos veículos, como a placa, o tipo de veículo e o resíduo. Dentre os veículos autorizados para descarga no aterro estão caminhões compactadores, caminhões basculantes e carroceria, poliguindastes e caminhão limpa-fossa. Enquanto a balança não é instalada, a estimativa da quantidade de resíduos que entram no aterro é feita através do número de veículos que descarregam no local.

As médias diárias de viagens executadas pelos veículos que transportam os resíduos do município são indicadas na Tabela 3:

Tabela 3 - Média Diária de Viagens por Tipo de Veículo e Turno - CTR Macaé

Veículo	Nº de viagens	Turno	Resíduo	Procedência
Compactador	17	Diurno	Domiciliar	Macaé
Compactador	14	Noturno	Domiciliar	Macaé
Poliguindaste	10	Diurno	RCC	Macaé
Basculante/Carroceria	7	Diurno	Varrição/Roçada	Macaé
Limpa-fossa	2	Diurno	Resíduo Final	Macaé

O engenheiro responsável pelo aterro estima que entrem diariamente de 200 a 250 toneladas de resíduos domiciliares.

Descarga de Cada Tipo de Resíduo

Os resíduos domiciliares, o resíduo final do caminhão limpa-fossa, e o resíduo de varrição e roçada, após passar pelo controle da entrada, seguem para a frente de operação, vista nas Figuras 71 e 72.

O resíduo da construção civil é selecionado e armazenado separadamente (Figura 73). Este resíduo é utilizado para a manutenção dos acessos.

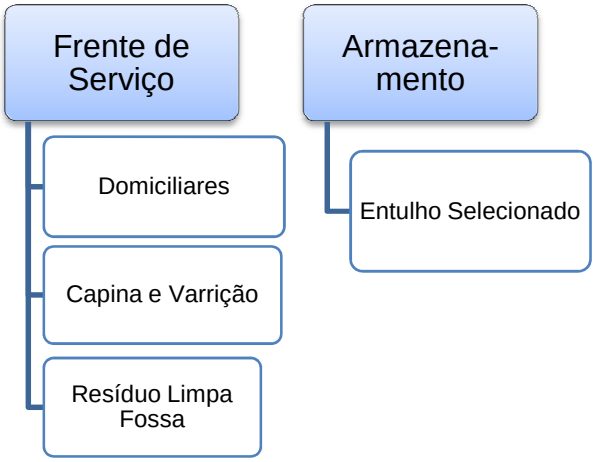

Figura 70 – Destinação dos Resíduos – CTR Macaé

Figura 71 - Acesso para a Frente de Operação - CTR Macaé

Figura 72 - Frente de Trabalho - CTR Macaé

Figura 73 - Local de estocagem do RCC Selecionado - CTR Macaé

Disposição das Células

O local tem como método construtivo o método de rampa. A impermeabilização da base foi feita com manta de PEAD de dois milímetros de espessura abaixo de uma camada de argila compactada de um metro, onde foram assentados os drenos iniciais. Os taludes da área que recebem resíduos também foram impermeabilizados com manta de PEAD, como visto na Figura 74.

Figura 74 - Impermeabilização dos taludes - CTR Macaé

As camadas têm aproximadamente quatro metros de altura e foram distribuídos em 3 níveis, conforme Figura 75. Atualmente, está sendo construído o quarto nível, atingindo a cota de 44 metros. Nesta primeira fase, a cota final do projeto é de 49 metros.

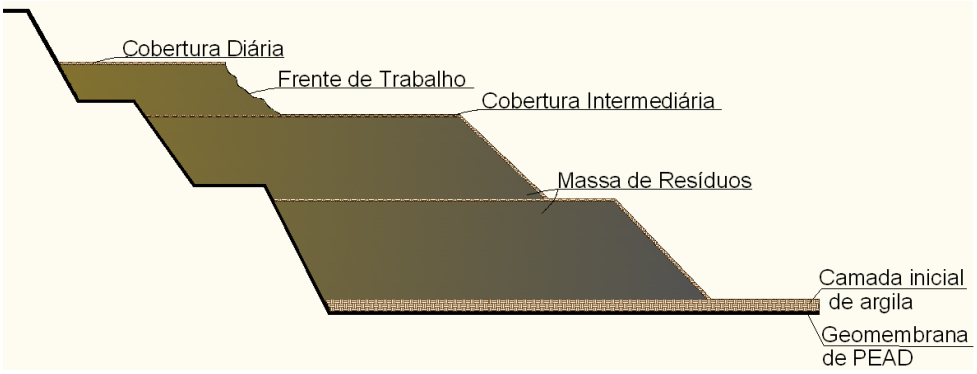

Figura 75 - Disposição das Células - CTR Macaé

Espalhamento e Compactação

Na frente de operação, os resíduos são espalhados e compactados. A compactação e o espalhamento são realizados com um trator de esteira D6 e este processo é visto na Figura 76.

Os resíduos são descarregados próximo ao talude da frente de trabalho, de onde o trator empurra até a massa de resíduos, espalhando e compactado de baixo para cima.

Figura 76 - Espalhamento dos Resíduos - CTR Macaé

O operador passar com o trator pela massa de resíduos aproximadamente 4 vezes, seguindo o esquema de compactação descrito para o aterro de Piraí, conforme Figuras 19, 20 e 21. O processo se repete a cada nova descarga.

O peso específico do resíduo compactado não é monitorado. O encarregado pelo aterro selecionou dois critérios para análise da qualidade da compactação:

- Visual: através da observação do aspecto da massa de resíduo;

- Estabilidade do trator: um operador com experiência é capaz de perceber se o resíduo está compactado através da estabilidade do trator quando passa pela massa de resíduo.

Recobrimento do Resíduo

A plataforma da massa de resíduos é coberta no fim do dia, com solo local e os taludes só são cobertos se não houver mais deposição de resíduos sobre ele, no encerramento da célula. Para que haja o contato dos resíduos antigos com os novos, os taludes que receberão resíduos não são cobertos. Este esquema de cobertura foi descrito na operação de Rio das Ostras e foi retratado na Figura 44.

Controlando o nível da lâmina do trator visualmente, o operador distribui uma camada de solo de espessura suficiente para que a cobertura compactada fique com aproximadamente 20 (vinte) centímetros.

A camada intermediária de cobertura segue o mesmo processo da camada de cobertura diária, sendo executada a fim de possibilitar o bom trânsito de veículos sobre ela. Antes de receber nova célula de resíduos sobre o nível finalizado, são instalados os drenos de chorume.

Ainda não há nenhuma área finalizada nem nenhum talude definitivo. Segundo o encarregado, quando houver alguma área finalizada, a camada de cobertura final será realizada com 1 (um) metro de solo compactado. Esta camada deverá ser gramada e receberá a drenagem definitiva da área.

Equipamentos

Estão em operação três tratores de esteira D6 (Figura 77), dois operando no turno diurno e um operando no turno noturno, responsáveis pelo espalhamento e pela compactação dos resíduos. Além dos tratores, o aterro conta com uma retro escavadeira (Figura 78), dois caminhões basculantes e um caminhão pipa, que auxiliam na operação do aterro e na manutenção dos acessos. A retro escavadeira retira o material de cobertura da área de empréstimo e carrega os caminhões basculantes, que transportam o material até a frente de serviço. A retro escavadeira também é utilizada na abertura das valas de drenagem. O caminhão pipa é utilizado em tempo seco, umedecendo os acessos e assim diminuindo a poeira. O trator, a

retro escavadeira e os caminhões basculantes são eventualmente utilizados para a manutenção dos acessos.

Figura 77 - Trator de Esteiras D6 - CTR Macaé

Figura 78 - Retro Escavadeira - CTR Macaé

Todos os veículos utilizados na operação do aterro são terceirizados, sendo a empresa que administra o aterro isenta da responsabilidade da manutenção.

Operação em dias de chuva

Em dias de chuva intensa, a operação fica muito prejudicada e os resíduos não são compactados e nem cobertos. Sendo assim, os resíduos são descarregados o mais próximo possível da frente de trabalho, dependendo das condições de trafegabilidade dos acessos, visando sempre à segurança. No dia seguinte a chuva ou assim que for possível, é dada continuidade à operação, espalhando, compactando e cobrindo os resíduos depositados em dias chuvosos.

Manutenção dos Acessos

As vias internas da central são estradas de terra reforçadas com brita, cuja manutenção não tem freqüência definida. Para a manutenção são utilizados o trator, a retro escavadeira, o caminhão basculante e o caminhão pipa (que umedece o acesso e controla a poeira). Além de brita, o reforço dos acessos pode ser feito com resíduos da construção civil selecionado ou pó de pedra, quando disponíveis.

Drenagem de Águas

A drenagem principal das águas superficiais foi executada durante as obras de implantação do aterro e durante a operação, são executados novos drenos, conforme a necessidade do local. Os drenos são executados com canaletas de concreto, vistas na Figura 79.

Figura 79 – Drenagem Pluvial – CTR Macaé

Um dos drenos de águas pluviais executado durante a implantação dos aterros pode ser visto na Figura 80 e foi feito na ancoragem da manta de PEAD, que foi preenchida com brita.

Figura 80 - Drenagem Executada na Ancoragem - CTR Macaé

Há um dreno subterrâneo em um ponto estratégico da drenagem, que encaminha as águas superficiais por baixo do acesso principal à frente de trabalho. Este dreno é uma vala que foi preenchida com brita e com uma manilha de concreto perfurada ao centro.

A manutenção dos drenos superficiais é feita com vistorias para mantê-los em bom estado de conservação e desobstruídos.

Drenagem de Chorume e Gás

Drenos verticais e horizontais conectados formam a drenagem do aterro. Os drenos verticais são assentados sobre os drenos horizontais e as camadas de drenos horizontais devem ser sobrepostas, ou seja, os drenos são orientados sempre na mesma direção, conforme o projeto.

As colunas dos drenos verticais são compostas por uma tela de aço que forma a estrutura externa e por uma manilha de concreto perfurada, localizada no centro da estrutura formada pela tela, como pode ser visto na Figura 81.

Figura 81 - Dreno Vertical - CTR Macaé

O espaço entre a tela de aço e a manilha é preenchido com rachão e o espaço interno da manilha é preenchido com brita. São executados conforme elevação da célula de resíduos, crescendo verticalmente conforme a altura da massa.

Os drenos horizontais são dispostos no modelo “espinha de peixe”, sendo executados na base de cada nível. São valas de 0,60 metros de largura por 0,40 metros de profundidade, encapsuladas por bidim e preenchida com brita 4. A Figura 82 apresenta com detalhes o dreno horizontal. O dreno principal, que guia o chorume para o tanque de captação, é revestido com bidim, preenchido com brita e no centro do dreno há um tubo corrugado perfurado de PEAD.

Figura 82 - Dreno Horizontal - CTR Macaé

4.3.4. Tratamento do Chorume e dos Gases

Está prevista no projeto uma estação de tratamento de chorume. Atualmente, há uma lagoa de acumulação do chorume (Figura 83), que será recirculado, até que as obras para a instalação da estação de tratamento de chorume sejam concluídas. Na Figura 84 apresenta-se o tanque de captação, que faz ligação entre o dreno principal e a lagoa de acumulação.

Os gases são captados através dos drenos verticais e são queimados na saída dos drenos.

Figura 83 - Lagoa de Acumulação e Área da Estação de Tratamento de Chorume - CTR Macaé

Figura 84 - Tanque de Captação do Chorume – CTR Macaé

4.3.5. Monitoramentos

No período de implementação foi feito o monitoramento do lençol freático a fim de determinar as condições das águas subterrâneas antes do início da operação do aterro. Os poços de monitoramento das águas subterrâneas estão instalados (Figura 85), mas ainda não ocorreu nenhuma campanha de recolhimento para análise depois do início da operação.

Figura 85 – Poço de Monitoramento de Águas Subterrâneas – CTR Macaé

Juntamente com o projeto de instalação da estação de tratamento de chorume há o projeto de monitoramento do tratamento. Portanto, este monitoramento não ocorre atualmente.

4.3.6. Controle de Vetores

Os urubus que se aproximam da área de operação são afastados com fogos de artifício. Além disso, a cobertura dos resíduos ajuda a minimizar a presença de vetores.

4.3.7. Presença de Catadores e Animais

Não há presença de catadores nem de animais na área do empreendimento.

4.3.8. Acidentes de Trabalho

A empresa distribui a cada quatro meses uniformes e equipamentos de proteção individual aos funcionários do aterro (luvas, botas, máscaras e capa de chuva). Não houve nenhum acidente de trabalho desde o início da operação do aterro.

4.3.9. Acidentes Ambientais

Não há relatos de ocorrências de acidentes ambientais.

4.3.10. Principais Problemas da Operação

Quando questionado a respeito dos três principais problemas da operação, o encarregado do aterro citou apenas dois:

- Operação em dias de chuva;
- Falta de disponibilidade de material para a operação, como brita e pó de pedra.

4.4. **Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia**

4.4.1. Descrição da Visita

A visita ao aterro sanitário de São Pedro da Aldeia ocorreu no dia 03 de dezembro de 2009 e teve duração de aproximadamente três horas, sendo acompanhada pelo engenheiro do aterro.

4.4.2. Descrição do Aterro

O aterro sanitário é um empreendimento de uma empresa privada. O local obteve licença prévia, licença de instalação e licença de operação, obtida em agosto de 2007 (com validade até agosto de 2012), entrando em operação em março de 2008. A licença para operação do tratamento de resíduos de saúde na autoclave foi obtida separadamente em agosto de 2009, com validade até agosto de 2012. A previsão de vida útil para a área licenciada é de 20 anos.

O empreendimento possui uma área licenciada de 120 mil metros quadrados, dos quais 20% compõem a área útil atual do aterro. A empresa proprietária do aterro adquiriu as áreas vizinhas, possuindo um total de um milhão de metros quadrados na região.

As instalações de apoio à operação do aterro constam de um prédio administrativo (Figura 86) com escritórios, copa e banheiros, uma guarita na recepção dos resíduos (Figura 87), uma balança rodoviária, um viveiro de mudas (Figura 88), instalações de apoio à autoclave e uma unidade móvel de apoio à operação (Figura 89).

Figura 86 - Instalações Administrativas – Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia

Figura 87 – Guarita e Balança – Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia

Figura 88 – Viveiro de Mudas – Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia

A unidade móvel é um container que se desloca acompanhando o avanço da frente de operação, sendo um local de apoio aos funcionários da operação.

Figura 89 – Unidade Móvel – Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia

Um esquema de localização das principais unidades do aterro está apresentado na Figura 90. Na data da imagem de satélite da figura, ainda não estavam instaladas a autoclave e a lagoa de acumulação de chorume.

Figura 90 – Visão Geral – Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia
Legenda: 1 - Balança Rodoviária; 2 - Local atualmente ocupado pela lagoa de acumulação; 3 – Local atualmente ocupado pelas instalações da Autoclave; 4 - Instalações administrativas e viveiro de mudas; 5 - Célula atualmente encerrada; 6 Célula atualmente em operação.
Fonte: Google Earth, 2010

Toda a área encontra-se cercada por mourões de concreto e arame. Na praça de operação há uma cerca móvel feita com varas e uma tela (Figura 91) para impedir que os resíduos mais leves sejam levados pelo vento como, por exemplo, os sacos plásticos. Por ser móvel e bem simples, a cerca pode seguir a orientação do vento.

Figura 91 –Cerca Móvel – Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia

Resíduos Recebidos no Aterro

O aterro sanitário de São Pedro da Aldeia recebe atualmente os seguintes tipos de resíduos:

- Domiciliar (Figura 92);
- Resíduo de Saúde;
- Resíduos da Construção Civil ;
- Varrição, Capina e Roçada;
- Lodo de Estação de Tratamento de Esgoto (Figura 93).

Além dos resíduos produzidos no próprio município o aterro recebe os resíduos urbanos e de saúde dos municípios de Cabo Frio, Iguaba Grande e Armação dos Búzios e os resíduos de Saúde de Araruama e Arraial do Cabo. O aterro também recebe Resíduos Classe IIA de veículos particulares de grandes geradores.

Figura 92 – Resíduos Domiciliares – Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia

Figura 93 – Lodo da ETE – Aterro de São Pedro da Aldeia

Quadro de funcionários e Horário de Operação

O quadro de funcionários é composto por 20 pessoas ligadas diretamente a operação do aterro, excluindo os operadores dos equipamentos, que são terceirizados.

O aterro sanitário funciona durante vinte e quatro horas para recepção de resíduos domiciliares dos municípios e a recepção dos resíduos dos serviços de saúde ocorre de 07:00 às 01:00.

4.4.3. Procedimentos da Operação

Recepção dos Resíduos

Na entrada do aterro há uma balança rodoviária e uma guarita onde todos os veículos com resíduos são pesados e tem seus dados anotados em formulário próprio, como procedência, tipo de resíduo (conferido visualmente) e peso, que gerarão as faturas de cobrança pela descarga do material.

Todas as cobranças são realizadas mensalmente, tanto das prefeituras quanto dos clientes particulares.

Caminhões compactadores, caminhões carroceria, poliguindastes e Fiorino adaptada para resíduos hospitalares descarregam resíduos para o local.

Os totais de resíduos recebidos, em média, estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4 – Resíduos Recebidos por Tipo de Resíduo e Procedência – Aterro de São Pedro da Aldeia

Tipo de Resíduo	Quantidade	Unidade	Procedência
Saúde	0,28	t/dia	São Pedro da Aldeia
Saúde	0,85	t/dia	Cabo Frio
Saúde	0,27	t/dia	Búzios
Saúde	0,10	t/dia	Iguaba Grande
Saúde	0,19	t/dia	Arraial do Cabo
Saúde	0,23	t/dia	Araruama
Urbano	147	t/dia	Cabo Frio
Urbano	47	t/dia	São Pedro
Urbano	49	t/dia	Búzios
Urbano	17	t/dia	Iguaba
Urbano	296	t/mês	Clientes Particulares
Lodo de ETE	7	t/dia	Prolagos
Subtotal Saúde		1,92	t/dia
Subtotal Urbano		270	t/dia
Total		279	t/dia

Dos resíduos recebidos no aterro sanitário de São Pedro da Aldeia, 96,6% são resíduos urbanos, 0,7% são resíduos hospitalares e 2,7% de lodo de estação de tratamento de esgoto, considerando as médias diárias de cada tipo de resíduo (Figura 94).

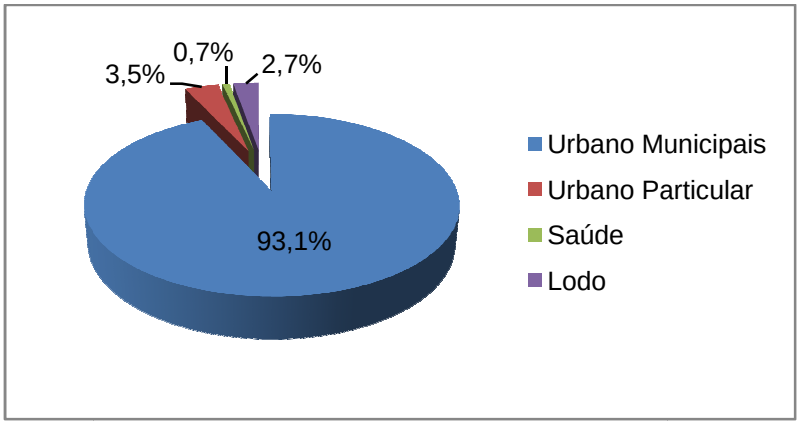

Figura 94 – Médias Diárias de Resíduos – Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia

Descarga de Cada Tipo de Resíduo

Os resíduos sólidos urbanos são encaminhados para a frente de operação, onde são descarregados próximo ao pé do talude, com exceção da galhada, que é depositada em uma área separada sem manta (Figura 95) e é posteriormente usada como adubo. Se a galhada apresentar algum contágio com resíduo domiciliar, ela é descarregada na frente de operação junto com os demais resíduos.

Figura 95 – Local para Depósito de Galhada – Aterro de São Pedro da Aldeia

O lodo da estação de tratamento de esgoto é descarregado sobre o platô de uma célula que não está em operação, visto na Figura 96. Ele é espalhado para que a secagem ocorra mais rapidamente.

Figura 96 – Disposição de Lodo de Estação de Tratamento de Esgoto – Aterro de São Pedro da Aldeia

Os resíduos da construção civil, assim como a galhada, é depositado em área separada sem manta. Se apresentar algum tipo de contágio com resíduo domiciliar é levado para a frente de operação, sendo coberto junto com os demais resíduos. Os RCC separados são utilizados na operação do aterro para manutenção dos acessos e da praça de manobra dos caminhões.

Os resíduos dos serviços de saúde seguem diretamente para as instalações onde se encontra a autoclave (Figura 97).

Figura 97 – Disposição de Resíduos do Serviço de Saúde – Aterro de São Pedro da Aldeia

Neste local os resíduos são manuseados por funcionários com uniformes e equipamentos de proteção próprios para este fim. Estes funcionários descarregam o veículo e acomodam os resíduos em contêineres brancos, como o da Figura 98.

Figura 98 - Contêineres de resíduos do Serviço de Saúde – Aterro de São Pedro da Aldeia

Posteriormente os resíduos são depositados em gaiolas preparadas para serem inseridas na Autoclave (Figura 99).

Figura 99 – Autoclave – Aterro de São Pedro da Aldeia

A Figura 100 apresenta em detalhes os resíduos após o tratamento na Autoclave.

Figura 100 – resíduos do Serviço de Saúde após Tratamento – Aterro de São Pedro da Aldeia

Após o tratamento os resíduos são acumulados em caçambas estacionárias de poliguindaste (Figura 102), localizadas em um nível inferior ao das instalações, conforme visto na Figura 101.

Figura 101 – Local de descarrega do RSS Tratado – Aterro de São Pedro da Aldeia

O aterro não possui caminhão poliguindaste. As caçambas são removidas diariamente pelo caminhão poliguindaste que transporta o lodo da estação de tratamento de esgoto.

Figura 102 – Caçamba Estacionária com Resíduos dos Serviços de Saúde Tratados – Aterro de São Pedro da Aldeia

Os operadores do aterro estão desenvolvendo outra opção de transporte para os resíduos tratados. Foi confeccionada uma caçamba com rodas para ser acoplada em outros veículos em alternativa à caçamba do poliguindaste. Essa nova opção ainda não foi testada e é apresentada na Figura 103.

Figura 103 – Nova Caçamba para Resíduos dos serviços de Saúde Tratados – Aterro de São Pedro da Aldeia

O esquema da destinação dos tipos de resíduos é descrito na Figura 104.

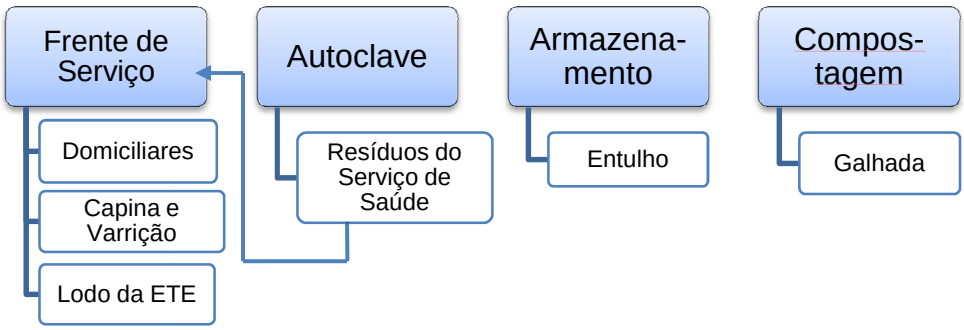

Figura 104 – Destinação dos Resíduos – Aterro de São Pedro da Aldeia

Disposição das Células

O aterro utiliza o método de área. A impermeabilização da base foi feita com manta de PEAD de 2 milímetros de espessura acima de uma camada de argila compactada em camadas de 40 centímetro. Acima da manta há uma camada de proteção, onde estão assentados os drenos iniciais. Os taludes em contato com o resíduo também receberam a proteção da manta, que foi ancorada e grampeada com vergalhões (conforme Figura 105). Os taludes com manta também recebem uma camada de argila de proteção (Figura 106).

Figura 105 – Ancoragem da manta - Aterro de São Pedro da Aldeia

Figura 106 – Camada de Proteção da manta no Talude - Aterro de São Pedro da Aldeia

O aterro está dividido em duas fases. A primeira fase foi encerrada e está recebendo a camada de finalização (Figura 107). A segunda fase está subdividida em duas, uma que constitui a célula em operação atualmente (Figura 108) e a outra, que está temporariamente fora de operação, recebendo o lodo para secagem.

Figura 107 – Primeira Fase do Aterro (Encerrada) - Aterro de São Pedro da Aldeia

Figura 108 – Célula em operação - Aterro de São Pedro da Aldeia

Na segunda fase, a célula em operação está com uma altura total de 15 metros, distribuídos em 3 (três) plataformas de 5 (cinco) metros. A parte temporariamente fora de operação está com uma altura total de 20 (vinte) metros, distribuídos em 4 (quatro) plataformas de 5 (cinco) metros de altura. Conforme o avanço da massa de resíduos, estas duas partes da segunda fase do aterro se unirão e atingirão uma altura de 80 (oitenta) metros.

Espalhamento e Compactação

Na frente de operação os resíduos são espalhados e compactados (Figura 109). A compactação e o espalhamento são realizados com um trator de esteira D6 e uma retro-escavadeira, utilizada para descarregar caminhões que não basculam.

O resíduo descarregado na frente de operação é empurrado até o pé do talude pelo trator de esteira e é espalhado ao longo do talude e no platô da célula. Os resíduos são compactados pelo peso da passagem do trator sobre a massa. Essas passadas podem ocorrer de cima para baixo ou de baixo para cima, dependendo da localização da camada de resíduo a ser compactada. Normalmente o resíduo é compactado de baixo para cima, mas para os resíduos localizados próximos à ancoragem da manta a compactação só pode ser executada de cima para baixo.

Figura 109 - Espalhamento e Compactação – Aterro de São Pedro da Aldeia

Nas condições normais de operação, o operador passa com o trator pela massa de resíduo aproximadamente 4 vezes na subindo (ida) e 4 vezes descendo (volta). As passadas seguem as “linhas” descritas na operação de Piraí, explicadas pelas figuras 19, 20 e 21. Este processo é ininterrupto, enquanto tiver descarga de resíduos.

O controle da qualidade da compactação é feito visualmente pelo operador do trator. O peso específico da massa de resíduos é estimado através da relação do peso total de resíduos que entram no aterro pelo volume total ocupado, obtido através de levantamentos topográficos.

Recobrimento do Resíduo

A cobertura da plataforma da massa de resíduos é diária. O talude da frente de operação não é coberto, pois há depósito de resíduos ao longo de todo o dia. Os taludes que não estão recebendo resíduos também recebem uma camada de cobertura (intermediária).

Para o engenheiro do aterro, a eficiência da cobertura do resíduo não é medida através do controle da espessura da camada. A cobertura bem executada é aquela que cobre completamente os resíduos, com a menor espessura possível. A quantidade de material de cobertura utilizado é aproximadamente 15% do peso do resíduo depositado.

A cobertura final de células já encerradas é feita com uma camada de argila de 1,20 metros de espessura, sendo gramada no final.

Equipamentos

O aterro possui um trator de esteira D6 empregado no espalhamento e compactação dos resíduos, duas retro-escavadeiras (Figura 110) empregadas na descarga de caminhões carroceria, na escavação de material de cobertura e na abertura de valas de drenagem, três caminhões que transportam material de cobertura e uma pá carregadeira. Estes equipamentos também são utilizados na manutenção dos acessos.

Figura 110 – Retro Escavadeira – Aterro de São Pedro da Aldeia

Todos os equipamentos empregados na operação do aterro são terceirizados. A manutenção e os operadores são fornecidos pelo proprietário dos equipamentos.

Operação em dias de chuva

Em períodos chuvosos o cuidado com a manutenção dos acessos é intensificado. O aterro possui dois acessos à frente de operação e mantém ambos em boas condições de utilização. Em dias chuvosos, os resíduos são compactados e, dependendo da intensidade da chuva, cobertos com terra ou com lona plástica (em caso de chuvas intensas).

Manutenção dos Acessos

O aterro possui estradas de terra e a manutenção não tem programação definida, ocorrendo conforme a necessidade. Para a manutenção é utilizado

cascalho ou brita e os reparos de menor porte são resolvidos utilizando somente a retro escavadeira. Quando necessário, contrata-se uma patrol.

Drenagem de Águas

A drenagem principal das águas pluviais é feita por uma vala que acompanha a cerca na região mais baixa do aterro, como visto na Figura 111, seguindo a expansão do aterro. Os drenos nos pés dos taludes são executados com caneletas de concreto.

Figura 111 – Drenagem Pluvial – Aterro de São Pedro da Aldeia

Drenagem de Chorume e Gás

Um conjunto de drenos horizontais e verticais forma o sistema de drenagem de chorume e gás. Na primeira fase do aterro a drenagem da base foi feita com drenos dispostos paralelamente e todos os drenos se conectam ao dreno principal, disposto ao longo do talude, perpendicularmente aos demais drenos. Esta drenagem não foi bem sucedida e o dreno principal colmatou, resultando num vazamento de chorume no pé do talude. Os funcionários do aterro estão trabalhando na desobstrução deste dreno. As demais drenagens foram feitas com a disposição “espinha de peixe”.

Os drenos verticais têm sua estrutura externa composta por uma tela de aço envolta exteriormente por bidim, conforme Figura 112.

Figura 112 – Dreno Vertical – Aterro de São Pedro da Aldeia

Por dentro há uma manilha de concreto perfurado centralizado. O espaço entre a tela de aço e o tubo de concreto é preenchido com brita. Anteriormente o espaço interno da manilha também era preenchido com brita, mas este espaço não é mais preenchido, pois segundo o engenheiro do aterro este preenchimento pode prejudicar o aproveitamento de gás, que é um plano futuro para o aterro.

Os drenos verticais e horizontais são conectados em todas as camadas. A drenagem vertical segue crescendo, acompanhado o aumento da altura da massa de resíduos e a drenagem horizontal é feita a cada nova camada.

4.4.4. Tratamento do Chorume e dos Gases

O chorume captado é encaminhado para uma lagoa de estabilização (Figura 113). Desta lagoa o chorume é retirado e levado para a estação de tratamento de esgoto de São Pedro da Aldeia através de um caminhão pipa.

Os gases captados através dos drenos verticais são queimados na saída do dreno.

Figura 113 – Lagoa de Estabilização – Aterro de São Pedro da Aldeia

4.4.5. Monitoramentos

Existem poços de monitoramento das águas subterrâneas em vários pontos do aterro, onde a água do lençol freático é eventualmente coletada e analisada. Um dos poços de monitoramento pode ser visto na Figura 114.

Figura 114 – Poço de Monitoramento de Águas Subterrâneas – Aterro de São Pedro da Aldeia

Os recalques são monitorados através de marcos fixos instalados na massa de resíduos (Figura 115). Mensalmente a topografia do local é refeita, sendo possível controlar a movimentação da massa.

Figura 115 – Marco Topográfico – Aterro de São Pedro da Aldeia

4.4.6. Controle de Vetores

Como forma de afastar os urubus, foram instaladas bandeiras coloridas ao redor da área de operação, que são agitadas com o vento, conforme Figura 116. Segundo o engenheiro do local, esta medida adotada é bastante eficiente, além de simples e de baixo custo. Há um funcionário responsável pelo controle dos urubus, para afastá-los com barulhos e bandeiras durante todo o dia.

Figura 116 – Bandeiras para o Controle de Urubus – Aterro de São Pedro da Aldeia

4.4.7. Presença de Catadores e Animais

No dia da visita não havia presença de catadores nem de animais no local.

4.4.8. Acidentes de Trabalho

Não houve nenhum acidente de trabalho no aterro. Os equipamentos de proteção individuais são distribuídos conforme necessidade. Havia um técnico de segurança do trabalho no quadro de funcionário da empresa e agora a vaga está disponível.

4.4.9. Acidentes Ambientais

Não há relatos de ocorrências de acidentes ambientais.

4.4.10. Principais Problemas da Operação

O engenheiro assinalou que o principal problema da operação são as chuvas fortes que eventualmente caem na região.

4.5. **Central de Tratamento de Resíduos de Nova Iguaçu**

4.5.1. Descrição da Visita

A visita à Central de Tratamento de Resíduos de Nova Iguaçu foi realizada no dia 27 de novembro de 2009 e teve duração de aproximadamente 5 horas e 30 minutos. A apresentação do aterro foi feita pelo engenheiro responsável pelo sistema de coleta e tratamento dos gases.

Foi feita uma apresentação em vídeo sobre a CTR Nova Iguaçu e a empresa disponibilizou uma cópia desta apresentação, que contém informações sobre resíduos recebidos, unidades da CTR Nova Iguaçu, procedimentos de operação, sistemas de monitoramento, certificados, entre outras.

Além do vídeo, foi disponibilizado parte do manual de operações do aterro, que estabelece diretrizes de controle operacional das atividades de recebimento, espalhamento, compactação e cobertura de resíduos.

As informações que constam nos itens abaixo serão uma compilação das informações coletadas no local, dos dados presentes na apresentação em vídeo e das diretrizes apresentadas no manual.

A parte do manual disponibilizada pelo aterro encontra-se resumida no Anexo.

4.5.2. Descrição da Central de Tratamento de Resíduos

O aterro faz parte de uma parceria público-privada com concessão de 20 anos e vida útil estimada em 35 anos. Obteve licença prévia em 1996, seguida da licença de instalação obtida em 2001 e posteriormente licença de operação, em dezembro de 2002, começando a operar em fevereiro de 2003. O local é dividido em quatro vales, cada qual com sua licença de operação independente, que devem ser renovadas a cada 5 anos. A estação de tratamento de chorume e o tratamento dos gases também possuem suas licenças de operação independentes, bem como a unidade de tratamento de resíduos do serviço de saúde.

A CTR encontra-se dividida nas seguintes unidades:

- Aterro Sanitário e Aterro Industrial;
- Unidade de Tratamento de Resíduos de Saúde;
- Unidade de Tratamento de Chorume;
- Unidade de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil;

- Laboratório;
- Centro de Educação Ambiental;
- Viveiro de Mudas.

Além das instalações das unidades acima, o local conta com outras instalações de apoio: escritórios administrativos, refeitório, vestiário, auditório, almoxarifado, galpão de armazenamento, duas balanças rodoviárias, oficina e lava-jato. A localização das principais unidades é vista na Figura117. Algumas destas instalações podem ser vistas nas Figuras 118 a 121.

Figura 117 – Visão Geral – CTR Nova Iguaçu
Legenda: 1 - Vale 1; 2 - Vale 2; 3 – Vale 3; 4 - Vale 4; 5 - Escritórios Administrativos e Auditório; 6 Estação de Tratamento de Chorume; 7 - Galpão, Almoxarifado, Oficina, Unidade de Tratamento de RSS e Laboratório; 8 - Balanças Rodoviárias.
Fonte: Google Earth, 2010

Figura 118 – Escritórios Administrativos - CTR Nova Iguaçu

Figura 119 – Centro de Educação Ambiental - CTR Nova Iguaçu

Figura 120 – Almoxarifado - CTR Nova Iguaçu

Figura 121 – Galpão de Armazenamento - CTR Nova Iguaçu

Como certificação, o aterro possui ISO 9001, que certifica a qualidade dos serviços prestados; ISO 14001, que certifica o comprometimento ambiental e OHSAS 1001, que comprova os cuidados com a segurança e a saúde ocupacional dos funcionários.

Tipo de Resíduos Recebidos

O empreendimento está apto a receber:

- Resíduos Urbanos (Domiciliar, Varrição, Capina e Roçada);
- Resíduos Industriais e Comerciais;
- Resíduos do Serviço de Saúde;
- Resíduos da Construção Civil;
- Resíduos de Fossa.

Os resíduos urbanos, do serviço de saúde, resíduos de fossa e da construção civil recebidos no aterro são produzidos no município de Nova Iguaçu. O empreendimento recebe de outros municípios os resíduos comerciais e industriais (grandes geradores).

Quadro de funcionários e Horário de Operação

Na operação do aterro estão envolvidos 150 funcionários ligados ao funcionamento geral do empreendimento.

4.5.3. Procedimentos da Operação

Recepção dos Resíduos

Na CTR Nova Iguaçu há um rigoroso controle dos resíduos recebidos. Existem no aterro duas balanças rodoviárias, onde os caminhões são pesados na entrada (ainda carregados de resíduos) e na saída (pesados descarregados, para obter a tara), e com as pesagens calcula-se o peso de resíduos. Na entrada é feita a identificação do resíduo e a indicação do local (unidade da CTR) onde este resíduo será basculado.

Os veículos de grandes geradores são monitorados através da coleta de uma amostra na entrada do aterro, que é analisada no laboratório da unidade de gerenciamento de resíduos. Antes disso, é feita uma análise nas dependências do

cliente, para conhecer o processo de geração do resíduo e definir sua classe. A análise da amostra na entrada serve como confirmação da análise no cliente.

Nos veículos da prefeitura, que transportam resíduos urbanos e do serviço de saúde, não há coleta de seguem para a balança rodoviária, tendo seu peso e demais informações pertinentes anotadas. Após a balança, o veículo segue para o tira-lona (Figura 122), onde é indicado o local para depósito do resíduo e também é retirada a lona, quando necessário. Neste local é feita a identificação visual do resíduo.

Figura 122 – Tira-lona - CTR Nova Iguaçu

Como média de resíduos recebidos no aterro, temos os seguintes totais:

Tabela 5 - Média Diária por Tipo de Resíduo - CTR Nova Iguaçu

Tipo de Resíduo	Quantidade	Unidade	Procedência
Urbano	1.000	t/dia	Nova Iguaçu
Hospitalar	2	t/dia	Nova Iguaçu
Outros (Grande Gerador)	1.000	t/dia	Outros Municípios

Descarga de Cada Tipo de Resíduo

Após identificação do resíduo, o veículo deve seguir para a unidade da CTR indicada, conforme Figura 123.

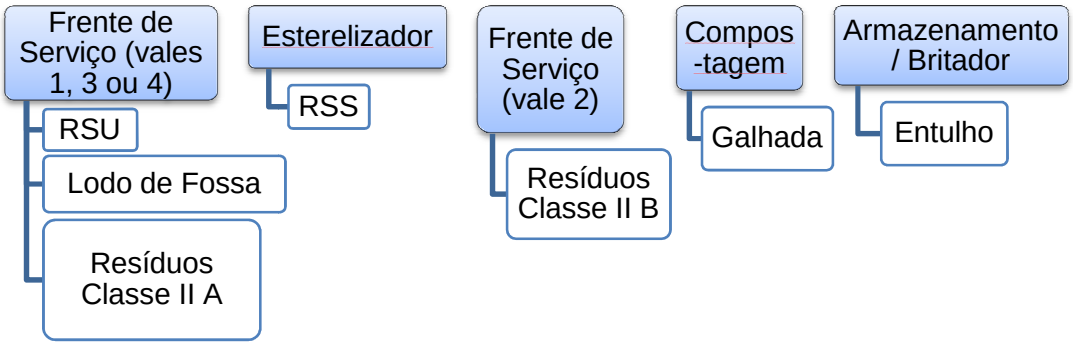

Figura 123 – Destinação dos Resíduos – Aterro de São Pedro da Aldeia

Para os resíduos sólidos urbanos classe II-A (Não Perigosos, Não Inertes) existem três vales em operação (vales 1, 3 e 4). O vale a ser descarregado o resíduo também é indicado inicialmente pelo setor de pesagem e não poderá ser alterado sem conhecimento do encarregado. Se houver alteração no local de descarga do resíduo, esta deverá ser informada ao setor de topografia e pesagem, pois no aterro existe um sistema de rastreabilidade do resíduo, que é alimentado com os dados ainda na pesagem.

O lodo de fossa é descarregado na frente de operação dos vales de resíduos classe II-A em canais abertos na massa de resíduos.

A galhada e demais resíduos de poda que não tiveram contato com os resíduos comuns são separadas e passam pelo processo de compostagem. O composto resultante é utilizado no viveiro de mudas do próprio aterro. Se houver contaminação de resíduo comum os resíduos de poda devem receber o mesmo tratamento do resíduo comum.

O vale 2 é destinado aos resíduos classe II-B (Não perigosos, não inertes) e não está em operação. O resíduo da construção civil, quando possível, é utilizado na manutenção dos acessos. O britador não estava em operação no dia da visita e uma nova unidade de beneficiamento de resíduo da construção civil estava em fase de compra. A CTR tem recebido um baixo volume de RCC, havendo a necessidade de compra para manutenção dos acessos na época de chuva.

Os resíduos dos serviços de saúde são encaminhados à Unidade de Tratamento de Resíduos de Saúde, onde passam por um sistema de desinfecção térmica (esterelizador), que pode ser visto na Figura 124. Após o tratamento de desinfecção (Figura 125), o resíduo pode seguir a destinação dos demais resíduos sólidos urbanos, sendo encaminhado para a frente de operação.

Figura 124 – Esterelizador - CTR Nova Iguaçu

Figura 125 – Resíduo Tratado - CTR Nova Iguaçu

São distribuídos contêineres (Figura 126) nos locais de serviço de saúde, onde são depositados os resíduos infectantes, que são recolhidos com caminhão baú. Os contêineres são pesados em balança exclusiva para este tipo de resíduo, que pode ser observada na Figura 127 e está localizada na unidade de tratamento de resíduo de saúde.

Figura 126 – Contêineres Vazios - CTR Nova Iguaçu

Figura 127 – Balança para Resíduos de Saúde - CTR Nova Iguaçu

Estes contêineres são armazenados em local isolado (com muros de alvenaria e portão metálico, vistos na Figura 128) e sinalizado, conforme indicação da Figura 129.

Posteriormente os resíduos são basculados dentro do esterelizador, como visto na Figura 130. O resíduo final do tratamento é descartado dentro de um contêiner de resíduo comum (Figura 131).

Figura 128 – Local de Armazenamento dos Contêineres com Resíduos - CTR Nova Iguaçu

Figura 129 – Sinalização do Local de Armazenagem dos Contêineres - CTR Nova Iguaçu

Figura 130 – Basculamento dos Contêineres - CTR Nova Iguaçu
Fonte: Vídeo Institucional cedido pela administração da CTR

Figura 131 – Contêiner com o Resíduo de Saúde após Tratamento - CTR Nova Iguaçu
Fonte: Vídeo Institucional cedido pela administração da CTR

Disposição das Células

O método construtivo adotado é o método de rampa, podendo ser observado na Figura 132. Para impermeabilização da base dos vales foi feita uma camada de um metro de argila, executada em 5 camadas de 20 centímetros compactadas, abaixo de uma manta de PEAD. Por cima da manta, para sua proteção, há uma camada de argila, onde são assentados os drenos de base do aterro. As camadas de impermeabilização podem ser identificadas na Figura 133. Os taludes naturais também recebem proteção da manta de PEAD e uma camada de argila para preservação desta. Esta camada é feita cuidadosamente, com o auxílio de uma retro-escavadeira, utilizando a parte de traz da pá para modelar a camada.

Figura 132 – Método Construtivo - CTR Nova Iguaçu

Figura 133 – Impermeabilização da Base - CTR Nova Iguaçu

As camadas de resíduo são executadas com 5 metros de altura, com taludes com inclinação de 45°. Para auxiliar o nivelamento das camadas são distribuídas cruzetas de referência de nível quando necessário. O corte do talude, executado com 5 metros, também pode ser usado como referência de nível para execução da camada.

A operação é dividida em duas praças: uma para disposição dos resíduos e outra para cobertura. A praça onde se encontra o material de cobertura fica no platô da camada de resíduos, a cinco metros de altura do pé do talude da frente de operação. A praça de disposição de resíduos é por onde circulam os caminhões carregados com resíduos, onde se localiza o pé do talude da frente em operação.

Espalhamento e Compactação

Ao chegar à praça de operação do vale indicado, o caminhão será orientado por um funcionário para o local de descarga do resíduo na frente de operação. Em caminhões compactadores, após acionado o mecanismo para bascular o resíduo, um funcionário deverá se posicionar de modo a observar se todo o resíduo foi retirado da caçamba. Os demais caminhões necessitam de dois funcionários no momento da descarga, um deverá se posicionar a frente do caminhão (mantendo a distância de 5 passos) para observar se o caminhão está tombando, e o segundo funcionário se posicionará na traseira o caminhão (também a cinco passos) observando se a caçamba foi completamente descarregada.

Para o espalhamento e compactação dos resíduos são utilizados tratores de esteira ou lâmina, escavadeira hidráulica e rolo compactador tipo pata. O resíduo

deverá ser espalhado em rampas com a utilização do trator, sendo a escavadeira hidráulica utilizada para auxiliar na conformação dos taludes. A compactação é feita com passadas do trator e do rolo compactador sobre a massa de resíduos. O rolo compactador tipo pata é utilizado somente na horizontal (no platô), sendo os taludes compactados pelo trator.

A qualidade da compactação é segurada pelo número mínimo de passadas do trator ou rolo, que deve ser cumprida a cada nova descarga. O controle desta qualidade é feito visualmente.

O peso específico é monitorado através de topografia realizada periodicamente, de onde se obtém o volume e do controle da entrada de resíduos, de onde se obtém o peso total que entrou no aterro.

Recobrimento do Resíduo

A cobertura diária dos resíduos é feita com uma camada de no mínimo 30 centímetros de solo argiloso ou material inerte. Não há diferenciação entre a camada diária e a intermediária. O topo da célula (platô) deverá ser coberto continuamente, conforme avanço da célula. Os taludes que ficarão mais de 12 horas sem receber resíduos também devem receber cobertura.

O material de cobertura é espalhado pelos tratores, com a ajuda da escavadeira para a cobertura dos taludes. A compactação é executada com passadas do trator e com o rolo compactador, até atingir a espessura mínima determinada. Esta espessura mínima (30 centímetros) é controlada visualmente e o caimento de 2% no platô deve ser respeitado, para facilitar a drenagem.

O revestimento final é executado com manta de PEAD, seguida de duas camadas de 30 centímetros de argila compactada, uma camada de 40 cm de solo vegetal, onde são plantadas gramíneas. Nas camadas de argila compactada deve ser feito o Ensaio de Proctor Normal, o qual deve apresentar impermeabilidade inferior a 10^{-7} cm/s. Nesta proteção final deverão existir pontos de infiltração de chorume.

Equipamentos

No aterro são utilizados caminhões pipa, caminhões basculantes, caminhões carroceria fixa, poliguindastes, retroescavadeira, escavadeira hidráulica, patrol, rolo compactador liso, rolo compactador tipo pata e trator de esteiras. Não foi possível contabilizar o número de equipamentos presentes na operação.

A manutenção é feita dentro do próprio aterro, num galpão licenciado. Reparos maiores dos equipamentos são feitos através de uma empresa terceirizada.

Operação em dias de chuva

Em períodos chuvosos, quando não é possível a utilização de material de cobertura, os resíduos são cobertos provisoriamente com manta de PVC. Os acessos recebem reforço especial na manutenção em períodos de chuvas mais intensas. Quando não é possível o acesso de algum veículo à frente de operação, o resíduo é depositado numa área de transferência, sendo posteriormente encaminhado para a célula.

Manutenção dos Acessos

Os acessos aos vales são vias com base de rachão coberta por uma mistura de solo local e brita, como visto na Figura 134. A manutenção dos acessos é contínua e pode ser feita com resíduo da construção civil, escória ou brita.

Figura 134 – Composição dos Acessos – CTR Nova Iguaçu

Drenagem de Águas

Para drenar as águas das nascentes das encostas do aterro são feitos drenos abaixo da camada de argila compactada que fica sob a manta. Estes drenos percorrem toda a área de operação dos vales. As águas superficiais são canalizadas para valas de drenagem ou para pequenas lagoas, como a da Figura 135. A saída do dreno de um dos vales está na Figura 133.

Figura 135 – Lagoa de Acumulação da drenagem - CTR Nova Iguaçu

A drenagem de águas superficiais está presente na extensão de todos os taludes da massa de resíduos e é feita com canaletas de concreto, observadas na Figura 136. A descida da água drenada é feita por escadas hidráulicas.

Figura 136 – Drenagem Pluvial – CTR Nova Iguaçu

Drenagem de Chorume e Gás

Na CTR Nova Iguaçu, o sistema de drenagem de chorume e gás é bastante elaborado e complexo, sendo composto por drenos horizontais e verticais de vários tipos diferentes, entre eles os drenos horizontais de chorume, que são canais abertos revestidos de bidim e preenchido com britas, os drenos verticais de chorume e gás que são assentados na base dos drenos horizontais e sobem com a elevação da célula (visto na Figura 137), drenos de gás perfurado na massa de resíduo e dreno horizontal de gás, cuja canalização externa pode ser vista na Figura 138.

Figura 137 - Dreno Vertical - CTR Nova Iguaçu

Figura 138 – Canalização Externa do Dreno Horizontal de Gás - CTR Nova Iguaçu

4.5.4. Tratamento do Chorume e dos Gases

Chorume

O chorume drenado dos vales é acumulado nas lagoas existentes e enviado para a Unidade de Tratamento de Chorume, entrando por uma caixa de recepção com grades, onde passa pelo primeiro peneiramento. O passo seguinte é o tratamento químico preliminar (Processo Fenton) e na seqüência o efluente passa por um reator anóxido e por um reator biológico, seguindo para membrana de ultra filtração. O último passo do tratamento é a osmose reversa.

O lodo resultante do tratamento biológico é encaminhado para o aterro e o rejeito (não permeável) da osmose reversa segue para uma estação de tratamento de efluentes, fora das dependências da central.

Gases

Os gases captados são canalizados e tratados por queima controlada em um *Flare*. Numa segunda etapa este gás canalizado será utilizado para geração de energia elétrica.

4.5.5. Monitoramentos

A coleta de amostra de águas para análise é feita na superfície e no subsolo, em diversos pontos do aterro, com freqüência trimestral. Com estas análises é possível verificar a eficiência do sistema de proteção ambiental. Na figura 139 é visto um poço de coleta de amostra.

O tratamento de chorume também é monitorado com freqüência pré-definida, em diferentes etapas do tratamento, possibilitando um diagnóstico do sistema de tratamento.

Figura 139 – Poço de Monitoramento de Água – CTR Nova Iguaçu

Os gases do aterro são monitorados em tempo integral, durante todos os dias da semana. São controlados os seguintes parâmetros: pressão, temperatura, composição e vazão.

4.5.6. Controle de Vetores

A cobertura diária é a principal medida de prevenção de vetores. Além dela, são distribuídas placas com hormônio em locais próximos à frente de operação, que têm a função de atrair as moscas.

4.5.7. Presença de Catadores e Animais

Não é permitida a presença de catadores e animais na Central de Tratamento de Resíduos.

4.5.8. Acidentes de Trabalho

Os acidentes de trabalho mais comuns são tombos e cortes com ferramentas. Para minimizar os acidentes, são distribuídos equipamentos de proteção individual específicos para cada função. A empresa possui um setor de segurança do trabalho, responsável pela instrução e fiscalização dos funcionários.

4.5.9. Acidentes Ambientais

Houve um deslizamento na massa de resíduo de um dos vales, sem maiores conseqüências. O deslizamento ficou contido dentro da área impermeabilizada com manta e ninguém se feriu.

4.5.10. Principais Problemas da Operação

As condições naturais do terreno da CTR Nova Iguaçu resultam em alguns problemas na operação. Por estar instalado em um vale, só há a possibilidade de executar acessos por um dos lados, pois o outro é terreno natural, onde se encostam os resíduos, pelo método de rampa. Outro problema de um vale é a drenagem das águas pluviais, que tendem a ser naturalmente drenadas para dentro da área do aterro.

O último problema citado é a operação em dias de chuvas. A região do aterro é muito chuvosa e a operação nestes dias fica prejudicada pela dificuldade de acesso, de operação das máquinas e de cobertura dos resíduos.

5 ESTUDOS COMPARATIVOS

Neste capítulo é realizado um estudo comparativo dos itens da rotina de operação descritos, ressaltando os pontos comuns e os pontos divergentes da operação e ainda comparando com as referências bibliográficas. A começar pela comparação dos municípios

5.1. Os Municípios Visitados

A população estimada em 2009 dos municípios avaliados variou de 26.114 a 865.089 habitantes, respectivamente Piraí e Nova Iguaçu e o PIB per capita municipal de 2007 variou de R$ 8.100,00 (São Pedro da Aldeia) a R$ 62.831,00 (Rio das Ostras). As populações podem ser comparadas na Figura 140 e o PIB per capita na Figura 141.

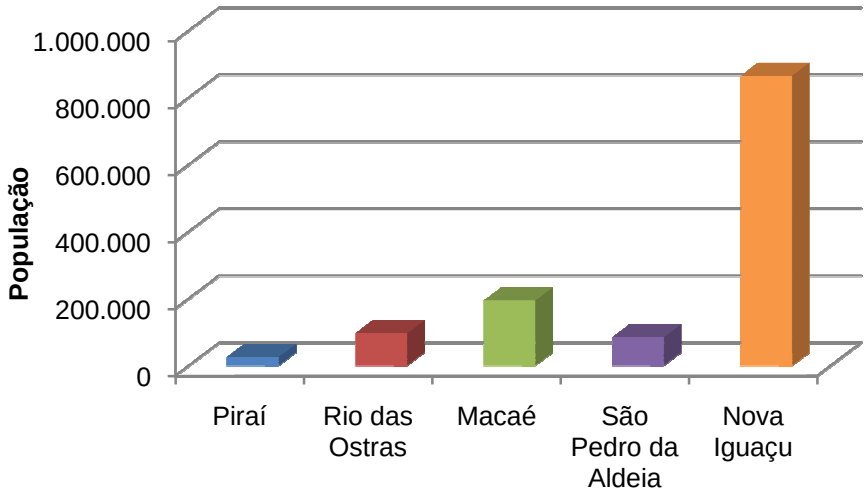

Figura 140 – Gráfico Comparativo das Populações dos Municípios

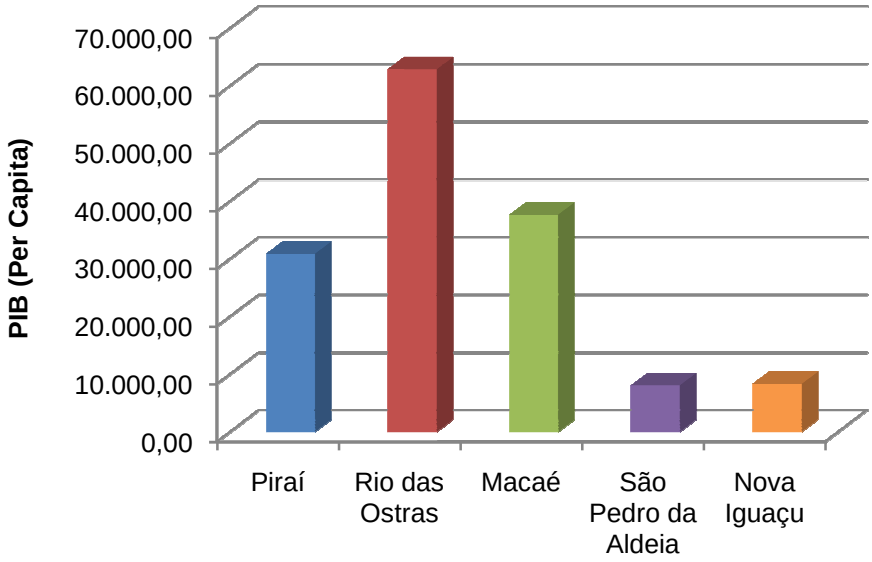

Figura 141 – Gráfico Comparativo dos PIB per capita dos Municípios

Apesar da grande variação da população e do PIB per capita entre os municípios estudados, o IDH municipal pouco variou, estando entre 0,762 em Nova Iguaçu e 0,790 em Macaé.

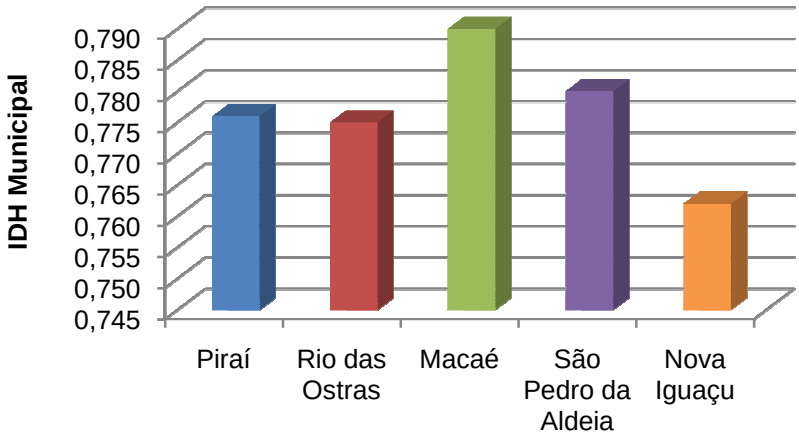

Figura 142 – Gráfico Comparativo dos IDH Municipais

5.2. **Os Levantamentos de Campo**

As visitas aos aterros ocorreram entre agosto e dezembro de 2009. Em geral, foi possível conhecer o aterro municipal e aplicar o questionário em aproximadamente três horas, com exceção de Nova Iguaçu.

Em Nova Iguaçu foram gastas aproximadamente cinco horas e trinta minutos devido às maiores proporções deste aterro. Na CTR Nova Iguaçu a visita foi bem estruturada, com apresentações e fornecimento de vídeo institucional e de algumas normas operacionais internas. Apesar disto, a visita não foi tão satisfatória quanto aos demais aterros, pois a central é muito mais complexa e completa. Por isso, as informações coletadas na visita foram complementadas com a norma operacional e com o vídeo fornecido.

5.3. **Os Aterros Sanitários**

Operadores dos Aterros

Dos cinco aterros visitados, apenas o aterro de Piraí é operado diretamente pela prefeitura municipal. Os demais aterros pertencem ou são operados por empresas privadas.

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), através do Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos de 2006, demonstra esta tendência de terceirização do setor, com 50% dos aterros sanitários dos municípios amostrados sendo operados por empresas privadas, enquanto que 45,2% são operados pela prefeitura. A Tabela 6, retirada da referida publicação, apresenta a participação dos diferentes operadores nas unidades de processamento de resíduos sólidos urbanos.

Apesar da fragilidade do universo de municípios amostrados, constata-se que cai a participação das prefeituras e sobe a das empresas com o crescimento da complexidade da operação das unidades de destino de RSU por disposição no solo (lixões, aterros controlados e aterros sanitários). Isso também pode ser notado em outros tipos de unidades de processamento mais complexas como tratamento por microondas ou autoclave e incineradores (SNIS, 2006).

Tabela 6 - Participação na Operação, por Tipo de Operador, Segundo Tipo de Unidade

Tipo de unidade de processamento (*)	Tipo de agente operador (**)				
	Prefeitura	Empresa privada	Consórcio intermunicipal	Associação de catadores	Outro
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Área de reciclagem de resíduos da construção civil	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Área de transbordo e triagem de RCD e volumosos	14,3	85,7	0,0	0,0	0,0
Aterro controlado	62,9	31,4	2,9	1,4	1,4
Aterro de resíduos da construção civil (inertes)	58,8	38,2	0,0	0,0	2,9
Aterro industrial	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
Aterro sanitário	45,2	50,0	3,6	1,2	0,0
Lixão	86,7	6,7	0,0	3,3	3,3
Queima em forno de qualquer tipo	50,0	50,0	0,0	0,0	0,0
Unid. tratamento por microondas ou autoclave	8,3	83,3	0,0	0,0	8,3
Unidade de compostagem (pátio ou usina)	61,1	27,8	0,0	11,1	0,0
Unidade de manejo de galhadas e podas	81,8	18,2	0,0	0,0	0,0
Unidade de transbordo	34,5	65,5	0,0	0,0	0,0
Unidade de tratamento por incineração	22,2	72,2	5,6	0,0	0,0
Unidade de triagem (galpão ou usina)	18,9	9,5	0,0	59,5	12,2
Vala especifica de resíduos de serviços de saúde	63,2	28,9	0,0	2,6	5,3
Outro	68,4	15,8	0,0	5,3	10,5
Total	47,5	29,9	1,1	16,9	4,7

* Tipo da unidade informado pelo operador.
** Quantidades de unidades cujos dados de cadastro foram revisados em 2006 mais aquelas cadastradas em 2006.
Fonte SNIS

Instalações de Apoio

A infraestrutura do aterro variou bastante em relação ao porte. Em todos estavam presentes escritórios e banheiros e todas as áreas eram isoladas por cercas e/ou portões. A copa ou refeitório para funcionário somente não estava presente no aterro de Rio das Ostras.

Na entrada dos locais sempre havia guarita, com exceção de Piraí, o que se justifica pelo menor número de viagens recebidas. Dos quatro aterros operados por empresa privada, apenas Macaé não possuía balança rodoviária em operação. A pesagem de resíduos tem maior importância em aterros particulares ou operados pela iniciativa privada, servindo como garantia do controle da quantidade de resíduos que adentram o local, tanto para cobrança como para controle de aproveitamento da área.

A energia elétrica também é um item presente em todos os aterros visitados, sendo indispensável para aqueles que operam durante a noite. Apesar de possuir todas as instalações preparadas para luz elétrica e postes de iluminação nos acessos, a energia elétrica é um ponto precário do aterro de Macaé, sendo fornecida por um gerador. O cabeamento da energia pública ainda não chegou ao local, o que

tem causado grandes transtornos na operação. A balança rodoviária da CTR Macaé já foi adquirida e sua plataforma já está finalizada, ficando pendente apenas a instalação, que não poderá ocorrer enquanto a energia for de gerador.

As instalações de apoio da CTR Nova Iguaçu são melhores estruturadas e em maior número e variedade que os demais aterros, o que é justificado pelo seu porte, que não pode ser comparado com os demais.

O aterro de São Pedro da Aldeia apresentou duas propostas simples e economicamente viáveis para os demais municípios, que são: a cerca móvel e a unidade de apoio móvel. A cerca móvel é de simples execução (feita com varas e uma tela) e facilita o controle do espalhamento dos resíduos leve pelo vento no momento da descarga, antes da compactação. A unidade de apoio móvel é um ponto de apoio para os funcionários da frente de operação, sendo muito útil quando a operação é distante das demais instalações. Por se tratar de um contêiner metálico, pode ser realocado conforme avanço da célula.

Resíduos Recebidos nos Aterros

A comparação dos quantitativos dos resíduos recebidos nos aterros torna-se complicada pelas diferentes considerações feitas em cada local, tanto na classificação quanto nas unidades de controle. Assim, alguns aterros consideram resíduos domiciliares separados de resíduos de capina, roçada, varrição e galhada, enquanto que outros consideram resíduos sólidos urbanos, englobando os resíduos de limpeza pública e os resíduos domiciliares. Outro complicador é unidade adotada, sendo alguns tipos de resíduos considerados em toneladas ou metros cúbicos.

As médias dos resíduos recebidos são apresentadas nos gráficos a seguir para os RSU, considerando a soma dos resíduos domiciliares e limpeza pública, e para os resíduos do serviço de saúde. Estas comparações podem ser vistas nas Figuras 143 e 144, respectivamente.

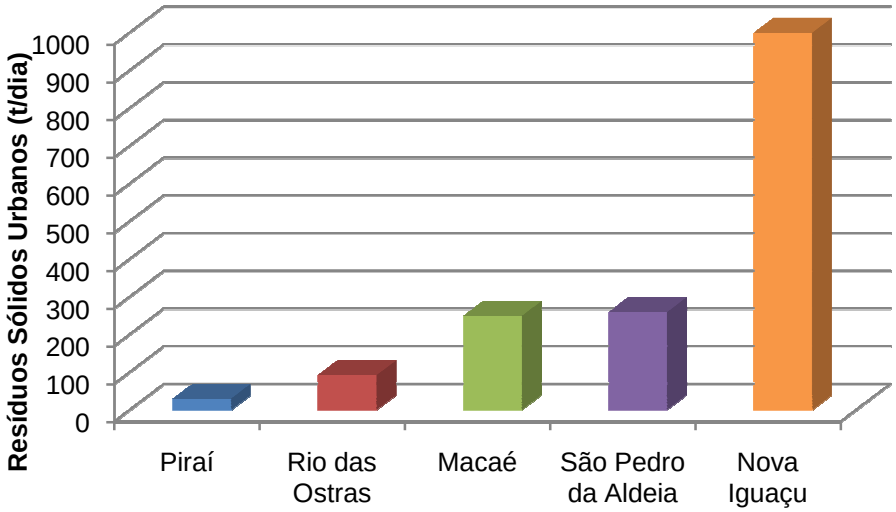

Figura 143 – Resíduos Sólidos Urbanos Recebidos nos Aterros

O gráfico da Figura 143 evidencia a disparidade dos portes dos aterros, principalmente entre o aterro de Piraí, que tem sua média de resíduos em aproximadamente 30 toneladas diárias e a CTR Nova Iguaçu, que recebe cerca de 1000 toneladas de resíduos sólidos urbanos por dia. O aterro de São Pedro da Aldeia e a CTR Macaé têm portes semelhantes. Vale ressaltar que, apesar da diferença na população de São Pedro da Aldeia e Macaé, São Pedro da Aldeia atinge a mesma marca de resíduos recebidos, pois recebe os resíduos de outros municípios, atendendo também população de Cabo Frio, Iguaba Grande e Armação de Búzios.

Quando o comparativo é feito para os resíduos do serviço de saúde, o aterro de São Pedro da Aldeia alcança média próxima a média da CTR Nova Iguaçu, dado pelo fato de que a CTR Nova Iguaçu recebe resíduos de saúde do próprio município e o aterro de São Pedro da Aldeia recebe resíduos do Serviço de Saúde de Cabo Frio, Iguaba Grande, Armação de Búzios, Araruama e Arraial do Cabo.

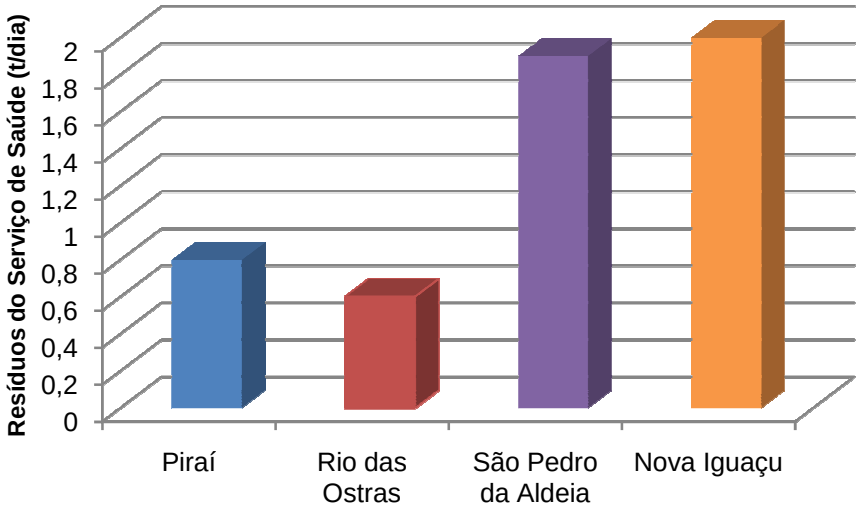

Figura 144 – Resíduos do Serviço de Saúde Recebidos nos Aterros

A média de resíduos do serviço de saúde apresentada no gráfico para Rio das Ostras leva em consideração apenas os resíduos produzidos no próprio município, não sendo considerado o recebimento no aterro dos resíduos de saúde produzidos em Macaé, por falta de dados. Sendo assim, a média dos resíduos de saúde de Piraí superou a media dos resíduos de saúde de Rio das Ostras, pois em Piraí estão considerados os resíduos de saúde produzidos no próprio município e no município de Pinheiral.

A diferença entre o aterro de Piraí e Nova Iguaçu continua a ser evidente, mas não acompanha proporcionalmente a diferença encontrada para resíduos sólidos urbanos, sendo a diferença entre os resíduos do serviço de saúde relativamente menor. Comparado o total de resíduos sólidos urbanos da CTR Nova Iguaçu e do aterro de Piraí, este último recebe aproximadamente 3% em peso, dos resíduos recebidos em Nova Iguaçu. Se forem considerados os resíduos de saúde, esta proporção sobe para 40%.

Quadro de funcionários

Para o aterro de Piraí, Rio das Ostras e Macaé foram obtidos os quadros de funcionários detalhados, separados por função. Em São Pedro da Aldeia foi possível obter a quantidade total de funcionários e na CTR Nova Iguaçu, apenas um número aproximado. A seguir, um resumo dos quadros de funcionários.

Tabela 7 – Quadro de Funcionários dos Aterros Sanitários

Piraí	Rio das Ostras	Macaé	São Pedro da Aldeia	Nova Iguaçu
Op. de máquinas: 2 Manutenção: 3 Controle na entrada: 1 Vigia: 3	Ajudante: 6 Op. de roçadeira: 2 Vigia: 2 Balanceiro: 4 Operador da ETC: 1 Encarregado: 2 Engenheiro: 1	Ajudantes: 5 Vigia:4 Apontadores: 4 Manobristas: 2 Aux. de Encarregado: 1 Encarregado: 2 Engenheiro: 1		
Total: 9 funcionários	***Total: 18 funcionários***	***Total: 19 funcionários***	***Total: 20 funcionários***	***Total: 150 funcionários***

No aterro de São Pedro da Aldeia e nas CTR Macaé e Rio das Ostras, cujas administrações são feitas por empresas terceirizadas, os operadores de máquinas são terceirizados e não fazem parte do quadro de funcionários das empresas.

Comparando os quadros de funcionários disponíveis, uma diferença importante entre o aterro de Piraí e os demais aterros visitados é que Piraí não possui encarregado ou engenheiro locado no aterro. Apesar do porte do aterro não exigir, a falta deste encarregado prejudica a operação diária, pois não há um responsável que esteja diretamente na operação, ficando os funcionários sem orientação ou maiores exigências de eficiência.

5.4. **Procedimentos da Operação**

Recepção dos Resíduos

Em todos os aterros havia algum tipo de controle na entrada, permitido somente a descarga de veículos autorizados e anotado em formulários os dados mais significativos de cada viagem.

A conferência do resíduo contido no veículo só ocorre em São Pedro da Aldeia, através de inspeção visual, e na CTR Nova Iguaçu, onde a inspeção é feita visualmente e através de coleta de amostra e análise, feitas somente em veículos particulares (grandes geradores).

Dos aterros sob administração privada, somente em Macaé não há balança rodoviária instalada, apesar de já ter sido adquirida.

Em São Pedro da Aldeia e Rio das Ostras há uma balança rodoviária, onde os veículos são pesados na entrada (com resíduos) e na saída (sem resíduos) e o peso total de resíduos é dado pela diferença destas pesagens. Em Nova Iguaçu, existem duas balanças instaladas, uma na entrada e outra na saída dos veículos, o que se justifica devido ao maior número de veículos que entram no aterro, que dificultaria o tráfego com uma só balança para entrada e saída.

Descarga de Cada Tipo de Resíduo

Nos aterros estudados os resíduos sólidos urbanos seguem para a frente de operação para serem espalhados e compactados, com exceção da galhada e resíduos de poda. Rio das Ostras e Macaé não recebem galhadas e resíduos de podas, pois estes resíduos têm outro destino. São Pedro da Aldeia e Nova Iguaçu depositam os resíduos de poda separadamente para compostagem, sendo utilizados posteriormente no próprio aterro. Em Piraí não há separação do resíduo de poda e este tem o mesmo destino dos demais resíduos urbanos.

Para descarga na frente de operação é necessário um funcionário para guiar o motorista na praça de operação, orientando a descarga, operando comandos externos para abertura de caçamba e evitando acidentes. Este funcionário tem diversas nomeações, dependendo do aterro, podendo ser manobrista (Macaé), ajudante (Rio das Ostras) ou ponta de aterro (Nova Iguaçu).

Em São Pedro da Aldeia, para a descarga do resíduo em caminhões que não basculam é utilizada uma retro-escavadeira para o esvaziamento da caçamba.

Apenas a CTR Nova Iguaçu e o aterro de São Pedro da Aldeia afirmaram receber resíduos da construção civil. Porém, todos os aterros recebem algum tipo de RCC, com exceção de Rio das Ostras, que afirmou não receber. Os aterros sanitários só podem receber resíduos da construção civil se obtiverem licença própria para este fim, depositando-os em uma célula de resíduos inertes ou submetendo-o a um triturador. Apesar da legislação não permitir a disposição em aterros sanitários, certos resíduos da construção civil, com menor granulometria e ricos em concreto ou cimento, são bem vistos para os operadores do aterro, pois são usados como material de cobertura e principalmente na manutenção dos

acessos, substituindo britas ou pó de pedra, conforme descrito pela CONDER. A utilização de RCC de menor granulometria na operação de aterros é tão freqüente que a CTR Nova Iguaçu adquire RCC de terceiros.

Nos aterros visitados foram encontrados três tipos de tratamento/destinação final para os resíduos do serviço de saúde:

- Esterilizador, em Nova Iguaçu;
- Autoclave, em São Pedro da Aldeia;
- Disposição em valas sépticas, em Piraí e Rio das Ostras.

A descarga de resíduos do serviço de saúde é feita manualmente e o funcionário deve estar equipado para este procedimento com botas, máscara, luvas, roupa própria e, em alguns casos, com o auxílio de algumas ferramentas, como varas e pás. A exceção neste caso é a CTR Nova Iguaçu, onde não há contato direto do funcionário com o resíduo de saúde, pois o contêiner é descarregado e basculado no esterilizador, sem o contato manual do funcionário com os sacos de resíduos, o contato é feito somente com o contêiner. Os resíduos final do tratamento no esterilizador e na autoclave seguem para a frente de operação dos aterros, recebendo o mesmo tratamento dos resíduos urbanos.

As instalações do esterilizador e da autoclave, na CTR Nova Iguaçu e no aterro de São Pedro da Aldeia, respectivamente, possuem um odor desagradável muito forte e uma grande quantidade de moscas, em comparação com a célula de resíduos urbanos.

As coberturas das valas sépticas são executadas com materiais simples, como lona e tocos de madeiras e com possibilidade de mobilidade, pois as células têm duração de poucos meses, quando são substituídas por outras e a cobertura pode ser reaproveitada. Elas são práticas, possibilitando facilmente a abertura para descarga dos resíduos.

Disposição das Células

A impermeabilização da base do aterro de Piraí foi feita com camada de argila compactada, sem manta. Os demais aterros foram impermeabilizados com camada

de argila compactada e manta de PVC (Rio das Ostras) e PEAD (Macaé, São Pedro da Aldeia e Nova Iguaçu).

- Células e Frente de Operação

As primeiras células do aterro de Piraí foram feitas com a altura variando entre 2,0 e 2,5 metros. As células mais recentes foram executadas com 3,5 metros de altura.

Os demais aterros seguiram o preconizado na literatura, que diz que as alturas devem estar entre 4 e 6 metros (MONTEIRO et al, 2001). As células dos aterros visitados tinham alturas entre 4 e 5 metros.

Não foram coletadas informações sobre a largura da frente de operação. A inclinação do talude só foi obtida na CTR Nova Iguaçu, sendo o ângulo de inclinação de 45°, ou seja, um metro de base para cada metro d e altura, seguindo o que diz o IBAM (2001) para células em operação.

Espalhamento e Compactação

Em todos os aterros o resíduo é espalhado com o trator de esteiras, em camadas não muito espessas e determinadas pela altura da lâmina do trator. A literatura existente diz que esta camada deve ter no máximo 50 centímetros (IBAM, 2001 e HOLAND, 1995 apud MARQUES, 2001), mas na prática esta espessura não é controlada.

A CONDER , [200-?], Holand (1995) apud Marques (2001) e IBAM (2001), indica que a compactação deverá ser feita com o trator de esteira de baixo para cima, executando de 3 a 5 passadas sobre a massa de resíduo, para os dois primeiros autores e de 3 a 6 passadas para o IBAM.

Os esquemas de compactação utilizados nos aterros visitados são semelhantes, variando somente o número de passadas. Conforme descrito no primeiro aterro (Piraí), a compactação se dá pelo peso do trator e o operador passa com o trator sobre uma “linha” e volta sobre esta mesma “linha”. Esta linha é delimitada pelas dimensões das esteiras do trator e a compactação é realizada de baixo para cima, com exceção de São Pedro da Aldeia, onde eventualmente a

compactação pode ser realizada de cima para baixo, dependendo da localização do talude.

Como os operadores passam por uma linha e voltam sobre esta mesma linha, cada passada descrita são duas passadas (ida e volta) efetivamente. Em Piraí, a seqüência de passadas é repetida de 3 a 4 vezes, sendo cada linha de resíduo compactada de 6 a 8 vezes (considerando ida e volta), enquanto que em Rio das Ostras são 2 passadas, sendo a camada de resíduos 4 vezes compactada (ida e volta). Para o aterro de São Pedro da Aldeia e para a CTR Macaé, a quantidade ideal são 4 passadas, que devem ser contabilizadas como 8 passadas. Na CTR Nova Iguaçu, não foi possível identificar o número mínimo de passadas.

A compactação dos aterros é feita com trator de esteira (D50 em Piraí e D6 em Rio das Ostras, Macaé e São Pedro da Aldeia). Na central de Nova Iguaçu, além do trator de esteiras, é utilizado um rolo compactador tipo pata.

Os critérios para análise da qualidade da compactação encontrados nos aterros foram:

- Visual: percepção, pelo aspecto dos resíduos, se os resíduos estão compactados ou não.
- Vento: o resíduo compactado não pode ser espalhado pelo vento
-Estabilidade do trator: o operador percebe se o resíduo está compactado ao passar pela massa e não sentir o trator “afundar” com a compactação do resíduo.
- Peso específico: em aterros onde há pesagem dos resíduos e levantamento topográfico periódico é possível estimar o peso específico da massa de resíduos.

Recobrimento do Resíduo

Nos manuais, as espessuras da camada de cobertura diária indicadas são de 15 a 20 centímetros para a CONDER e de 20 a 30 centímetros para o IBAM (2001) e devem ser executadas no final do dia sobre a camada de resíduos depositada.

As espessuras das camadas de coberturas dos aterros estudados se mantiveram dentro dos padrões apontados pelo IBAM (MONTEIRO et al, 2001), entre 20 e 30 centímetros. A exceção desta regra foi São Pedro da Aldeia, cujo padrão não se dá pela espessura da camada e sim pela cobertura dos resíduos, que deve ser feita com a menor espessura possível e a quantidade de material de

cobertura utilizada é cerca de 15% do peso dos resíduos depositados. O caimento sugerido pelo IBAM, de 2% para um dos lados, somente é considerado na CTR Nova Iguaçu.

Em Piraí os resíduos depositados são completamente cobertos no final da operação diária. Nos aterros de Rio das Ostras, Macaé e São Pedro, nos quais há recepção de resíduos durante a madrugada, os taludes em operação não são cobertos e a cobertura diária ocorre no platô da célula. Na CTR Nova Iguaçu o platô é constantemente coberto, seguindo o avanço da célula e os taludes que podem ficar expostos por mais de 12 horas também recebem cobertura.

A manta de sacrifício é utilizada em São Pedro da Aldeia e em Nova Iguaçu, ambos em períodos muitos chuvosos. Trata-se de uma lona plástica e uma manta de PVC, respectivamente.

Com o encerramento de uma célula, deve ser executada uma camada de cobertura final, que ficará permanentemente exposta e sua espessura varia na literatura de 50 centímetros (MONTEIRO et al, 2001) a 60 centímetros (CONDER, [200-?].).

As áreas encerradas em Piraí receberam uma camada de cobertura seguindo as mesmas características da camada diária (com espessura entre 20 e 30 centímetros) e em seguida foram cobertas com grama. Enquanto o aterro de Piraí executa a camada final com cerca da metade da espessura obtida no referencial teórico (60 centímetro), São Pedro da Aldeia executa a camada final com aproximadamente o dobro da espessura indicada nos manuais, cerca de 1,20 metros. Em São Pedro da Aldeia, as camadas finais também são gramadas.

As CTR de Rio das Ostras, Macaé e Nova Iguaçu não possuem nenhuma área já encerrada. Em Rio das Ostras e Macaé as camadas finais serão executadas com 1 metro de solo local compactado e posteriormente gramadas.

O revestimento final da CTR Nova Iguaçu será composto por quatro camadas: manta de PEAD, duas camadas de 30 centímetros de argila compactada (com permeabilidade inferior a 10^{-7} cm/s) e uma camada de 40 centímetros de solo vegetal, plantado com gramíneas.

Equipamentos

A CONDER indica como equipamentos básicos para operação o trator de esteiras, a retro escavadeira e o caminhão basculante. O dimensionamento destes equipamentos dependentes do porte do aterro e da quantidade de resíduos recebidos (CASTILHOS et al*,* 2003).

Os equipamentos fundamentais e presentes em todos os locais visitados coincidiram com os equipamentos básicos indicados pela CONDER. Os tratores de esteira são utilizados no espalhamento, compactação e cobertura dos resíduos, as retro-escavadeiras são responsáveis pelo corte de material de cobertura, abertura de drenos horizontais de chorume, aberturas de valas de drenagem e carregamento do caminhão basculante e os caminhões basculantes transportam o solo de cobertura e demais materiais necessários.

O caminhão pipa é utilizado nas CTR Rio das Ostras, Macaé e Nova Iguaçu, umedecendo os acessos para controle da poeira. A pá carregadeira é utilizada nos aterros de Piraí e São Pedro da Aldeia para carregamento dos caminhões basculantes, otimizando a utilização da retro-escavadeira. Em São Pedro da Aldeia a retro-escavadeira também é utilizada no auxílio do descarregamento de caminhões carroceria fixa que chegam ao aterro com resíduos.

Piraí possui somente o trator de esteiras em tempo integral e sua manutenção é feita em uma garagem da prefeitura. Os demais equipamentos utilizados (pá carregadeira, caminhão basculante, retro-escavadeira e escavadeira) são solicitados conforme necessidade.

A dificuldade de mão-de-obra especializada e a reposição de peças sobressalentes são fatores importantes para a seleção dos equipamentos (MONTEIRO et al, 2001). Os aterros de São Pedro da Aldeia, Rio das Ostras e Macaé resolveram estes problemas terceirizando os equipamentos utilizados na operação, ficando a manutenção e o operador por conta do proprietário do equipamento.

Devido ao maior porte da CTR Nova Iguaçu, esta possui uma quantidade de equipamentos bem acima das encontradas nos demais aterros, o que tornou difícil a identificação de cada equipamento presente. A manutenção rotineira dos equipamentos é feita dentro da central.

Operação em dias de chuva

Nos períodos chuvosos existem dois problemas para a operação dos aterros: acesso à frente de operação e cobertura dos resíduos. Em Piraí, Macaé e Nova Iguaçu, os caminhões encontram dificuldades no acesso à frente de operação em períodos com chuvas intensas e eventualmente precisam depositar os resíduos temporariamente em outros locais.

Quando os caminhões conseguem acessar a frente de operação, os resíduos são espalhados e compactados. Esta regra serve para todos os aterros, exceto Macaé, que em períodos chuvosos não compacta os resíduos.

Os resíduos não recebem cobertura nestes períodos devido a dificuldade do manuseio do material de cobertura quando úmido. Neste ponto a operação diverge do manual da CONDER, que indica que em períodos chuvosos deve ser mantido um estoque de material de cobertura, entre outros materiais. Nova Iguaçu e São Pedro da Aldeia optam por mantas de sacrifício para cobertura durante os períodos chuvosos.

Todos os aterros intensificam a manutenção dos acessos não pavimentados nos períodos com muita chuva, para não comprometer o tráfego.

Manutenção dos Acessos

Os acessos internos são estradas de terra que são reforçadas com mistura solo-brita, pó de pedra, cascalho ou resíduos da construção civil. A manutenção é corretiva, feita somente quando algum dano maior ocorre.

As estradas da CTR Nova Iguaçu diferem um pouco das estradas dos outros aterros, pois possui uma base de rachão coberta com a mistura solo-brita e a manutenção é contínua.

Drenagem de Águas

Para impedir a infiltração de água nas células, os aterros instalam dreno na fase de implantação do aterro e no decorrer da operação, conforme especificado nos projetos ou seguindo a necessidade local.

A drenagem das águas superficiais na área de operação e executada com canaletas de concreto em todos os aterros, sendo assentadas nos pés dos taludes e em outros pontos estratégicos.

Em Rio das Ostras, algumas drenagens provisórias são feitas como valas escavadas no próprio terreno e na CTR Nova Iguaçu são instaladas escadas hidráulicas para descida das águas nos taludes das células.

Em Piraí, Macaé de Nova Iguaçu, existem drenos subterrâneos que coletam águas de nascentes do terreno. Em Piraí e Nova Iguaçu estes drenos atravessam as células, servindo como ponto de análise para verificação da confiabilidade da impermeabilização de base dos aterros.

Drenagem de Chorume e Gás

Todos os aterros visitados possuem drenos verticais e horizontais interligados para a drenagem de chorume e dos gases da massa de resíduos.

- Drenos horizontais:

Dispostos no modelo “espinha de peixe”, com exceção da drenagem de base da primeira fase do aterro de São Pedro da Aldeia, que teve seus drenos dispostos paralelamente. São executados nas bases dos aterros e a cada nível, antes de receber a nova célula.

São canais abertos com a retro-escavadeira na camada de cobertura, revestidos com bidim ou similar, a depender do aterro, e preenchidos com britas.

Em Nova Iguaçu, existem vários tipos de drenos, tanto vertical como horizontal, que não serão descritos devido à falta de informações sobre tais drenos.

As dimensões dos drenos de Macaé e Rio das Ostras seguem as dimensões da pá da retro-escavadeira, tendo 60 centímetros de largura e 40 centímetros de profundidade em Macaé e 80 centímetros de largura e 40 centímetro de profundidade em Rio das Ostras. Para os demais aterros, não há informações sobre as dimensões dos drenos.

- Drenos Verticais:

Os drenos verticais dos locais estudados foram feitos a partir da base dos aterros, crescendo continuamente na vertical com a elevação da altura da massa de resíduos, sendo apoiado num dreno horizontal.

Foram observadas três maneiras distintas de execução dos drenos verticais:

- Piraí

Em Piraí os drenos verticais são colunas formadas por pneus estruturados com vergalhões e preenchidas com britas.

- Rio das Ostras

Os drenos verticais de Rio das Ostras são confeccionados com tubos de ferro de cinco metros de altura e 40 centímetros de diâmetro, que são preenchidos com britas. A célula cresce ao redor do tubo e quando esta é encerrada o tubo é erguido e removido, permanecendo somente o caminho de britas. Na ponta de drenos já encerrados coloca-se um tubo de concreto preenchido com brita para queima dos gases.

- Macaé e São Pedro da Aldeia

Os drenos verticais de Macaé e São Pedro da Aldeia têm execuções semelhantes. A estrutura externa é envolta por uma tela de aço e dentro há uma manilha de concreto perfurada, e o espaço entre a tela e o tubo é preenchido por rachão (Macaé) ou brita (São Pedro da Aldeia). Em Macaé, o tubo de concreto é preenchido internamente com brita, o que não ocorre em São Pedro da Aldeia. Em São Pedro da Aldeia, o dreno vertical é envolto por bidim.

5.5. **Tratamento do Chorume e dos Gases**

Chorume

Citado como o método de tratamento mais utilizado no Brasil, as lagoas em série estavam presentes na maioria dos aterros visitados.

Nos aterros de Macaé e São Pedro da Aldeia, onde não há tratamento, o chorume é retido nas lagoas de acumulação e estabilização. No caso de Macaé, está prevista uma estação de tratamento de chorume, que atualmente fica retido na

lagoa e será recirculado durante a construção da estação. Em São Pedro da Aldeia, o chorume retido na lagoa de estabilização é encaminhado para estação de tratamento de esgoto do município, onde passa por um tratamento combinado (chorume + esgoto).

As lagoas em série fazem parte do sistema de tratamento de chorume de Rio das Ostras, que além das lagoas possui o sistema de *geobag* e um *wetland*, e do sistema de tratamento de chorume de Piraí, que além da lagoa possui dois filtros biológicos (trabalhando paralelamente) e um *wetland*.

Nova Iguaçu possui o sistema de tratamento de chorume muito sofisticado, em comparação com os demais aterros, passando por peneiramento, tratamento químico, reatores anóxido e biológico, membrana de ultra filtração e osmose reversa.

Gases

Os gases gerados no aterro devem ser drenados e encaminhados para queima ou aproveitamento energético (GOMES et al, 2009). Todos os aterros (com exceção de Nova Iguaçu) afirmaram queimar os gases na saída dos drenos, porém a queima efetiva só foi observada nos drenos da CTR Macaé e somente em alguns drenos. Nos demais aterros, apesar dos responsáveis afirmarem, as saídas dos drenos não estavam em combustão.

Em Nova Iguaçu o gás captado segue para queima controlada no *Flare* e futuramente será utilizado para produção energética.

5.6. **Monitoramentos**

Dentre os sete pontos a serem monitorados segundo o manual da CONDER , [200-?], foram identificados seis pontos, em diferentes aterros, especificados a seguir:

- Monitoramento das Águas Superficiais

Presente na CTR Nova Iguaçu, onde é realizado com freqüência trimestral.

- Monitoramento do Lençol Freático

Todos os aterros afirmam possuir monitoramento do lençol freático. Nos aterros de Piraí e de São Pedro da Aldeia os funcionários não souberam informar a freqüência da amostragem, nas CTR Nova Iguaçu e Rio das Ostras este monitoramento ocorre trimestralmente.

Em Macaé o monitoramento das águas ocorreu na fase de implantação do aterro, mas ainda não foi repetido durante a operação, apesar de possuir poços para coleta já instalados.

- Monitoramento do Chorume e do Efluente Tratado

Este monitoramento está presente nos três aterros que possuem tratamento de chorume, ou seja, Piraí, Rio das Ostras e Nova Iguaçu. Os pontos de coleta são distribuídos entre o efluente bruto, alguns pontos do tratamento e o efluente tratado.

Em Piraí as amostras de chorume são coletadas e analisadas três vezes ao ano, já em Rio das Ostras a amostragem ocorre a cada três meses. Na CTR Nova Iguaçu não foi possível obter dados da freqüência de análise.

- Monitoramento dos Resíduos Recebidos no Aterro

Os resíduos recebidos são monitorados em todos os aterros visitados. Em Piraí e Macaé o controle na entrada identifica o veículo e identifica o tipo de resíduo. Em Rio das Ostras e São Pedro da Aldeia são identificados os veículos, o tipo de resíduo (visualmente) e peso líquido do resíduo.

Em Nova Iguaçu são monitorados os mesmos itens de Rio das Ostras e São Pedro da Aldeia, sendo diferenciada a identificação dos resíduos em veículos particulares, os quais estão sujeitos a coleta de amostra e análise em laboratório.

- Monitoramento do Maciço

O maciço é monitorado através de levantamento topográfico no aterro de São Pedro da Aldeia (mensalmente) e na CTR Nova Iguaçu (sem informações sobre a freqüência).

- Monitoramento do Sistema de Exaustão e Drenagem dos Gases

Os sistemas de exaustão e drenagem dos gases são continuamente monitorados na CTR Nova Iguaçu, durante todos os dias da semana e em tempo integral.

5.7. **Controle de Vetores**

A cobertura diária estava presente como principal forma de controle de vetores em todos os locais visitados.

Outra medida para controle de vetores são os fogos de artifícios, disparados sempre que um urubu se aproxima. Esta medida é utilizada nos aterros de Macaé e Rio das Ostras.

São Pedro da Aldeia aproveitou uma medida mais simples, a instalação de bandeiras na área de operação, que são agitadas pelo vento e mantêm os urubus afastados.

Em Nova Iguaçu a outra medida de prevenção, além da cobertura diária, está relacionada ao controle das moscas e trata-se de placas que contêm hormônios e atraem as moscas.

Os aterros não possuíam cinturão verde, porém todos eles são instalados em áreas cercadas de vegetação, auxiliando na prevenção de vetores da mesma maneira que o cinturão, servindo de abrigo para alguns predadores (CONDER, [200-?].).

5.8. **Presença de Catadores e Animais**

Não há presença de catadores no interior dos aterros visitados. Em Piraí, a cerca existente não é capaz de deter o gado das áreas vizinhas e eventualmente este gado entra no aterro. Em Rio das Ostras há um a cachorro que vive nas dependências do aterro.

5.9. **Acidentes de Trabalho**

O engenheiro da CTR Nova Iguaçu relatou que os acidentes de trabalho mais comuns são os tombos e cortes com ferramentas, mas não foi possível obter dados estatísticos. Os demais aterros não registraram nenhum acidente de trabalho.

Como medida de proteção em todos os aterros, há a distribuição periódica de equipamentos de proteção, dentre os quais estão: luvas, botas reforçadas, óculos de proteção, máscaras, protetores auricular e capas de chuva. No aterro de São Pedro da Aldeia e na CTR Nova Iguaçu há no quadro de funcionários pessoas responsáveis pela segurança no trabalho.

5.10. **Acidentes Ambientais**

Somente em Rio das Ostras e Nova Iguaçu existem relatos de acidentes ambientais, ambos sem conseqüências ou danos.

5.11. **Principais Problemas da Operação**

Um dos itens do questionário perguntava aos funcionários dos aterros quais eram os principais problemas da operação de um aterro. A unanimidade foi a operação em dias de chuva, que fica muito prejudicada devido a dificuldade de acesso, a complicação no manuseio dos resíduos e do material de cobertura quando úmidos e a segurança do operador e dos motoristas.

O segundo item mais citado foi a falta de recursos materiais para operação adequada, com brita e pó de pedra. Este problema foi citado por duas CTR, a de Rio das Ostras e a de Macaé.

Os outros itens citados foram a alta rotatividade dos operadores de máquinas e a constante manutenção do trator de esteiras, ambos relatados pelo funcionário do

aterro de Piraí, e o problema das condições naturais do terreno, que foi indicado pelo engenheiro da CTR Nova Iguaçu.

6 CONCLUSÕES

A pesquisa apresentou como são executados na prática alguns itens preconizados em manuais e outras publicações para operações de aterros sanitários. Através da avaliação dos resultados, foi possível identificar alguns pontos coincidentes e divergentes da operação com a literatura. A divergência também ocorreu entre os aterros visitados, apesar de que alguns itens serem padronizados em todos eles.

Foram estudados aterros em municípios com populações entre 26.114 e 865.089 habitantes. As unidades visitadas tinham diferentes portes, o que dificultou a comparação dos procedimentos dos aterros, sendo impossível a comparação de algumas práticas operacionais. A recepção dos resíduos nos locais visitados varia entre 30 t/dia e 1.000 t/dia em média para os RSU (resíduos domiciliares e resíduos de limpeza pública) e 0,8 t/dia a 2,0 t/dia para RSS. A comparação do total dos demais resíduos recebidos foi impossibilitada pela diferentes considerações feitas em cada local, na classificação e nas unidades de controle.

Dos cinco aterros visitados, apenas o Aterro Sanitário de Piraí é operado pela prefeitura, o que evidencia a tendência de terceirização do setor, conforme constatado no Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos (SNIS, 2006). A infraestrutura instalada cresce conforme o porte do aterro e nos aterros operados por empresas privadas a balança rodoviária estava presente em todos, sendo a pesagem dos resíduos fundamental para cobrança dos serviços. Os equipamentos básicos são terceirizados em três dos aterros visitados, como solução para os problemas de reposição de peças e mão-de-obra especializada.

Quatro aterros visitados recebem algum tipo de RCC, sendo parte deste resíduo utilizada na manutenção do aterro. Os tratamentos/destinação encontrados para os RSS foram o esterelizador, a autoclave e valas sépticas.

As alturas das células variaram de 3,5 a 5 metros e o espalhamento e compactação dos resíduos são efetuados principalmente com trator de esteiras. A espessura da camada de espalhada não é controlada e a compactação é semelhante em todos os aterros, variando somente o número de passadas do trator. A cobertura diária (nos taludes ou somente na plataforma, a depender do aterro) é feita com solo local tendo espessura entre 20 e 30 cm.

O chorume recolhido é tratado ou acumulado no local, não sendo lançado no meio ambiente sem tratamento. Os gases captados nos aterros não recebem tratamento adequado, com exceção da CTR Nova Iguaçu, onde o gás tem queima controlada em um Flare.

O principal problema da operação de um aterro são os períodos chuvosos, devido à dificuldade de acesso e na operação das máquinas.

A pesquisa evidenciou a não existência de um padrão operacional nos aterros visitados

7 **RECOMENDAÇÕES**

Para se obter um estudo mais aprofundado sobre alguns pontos da operação e elaborar um manual contendo a descrição detalhada de cada item da operação, seriam necessários alguns dias de acompanhamento em tempo integral da operação em cada aterros sanitário. Algumas informações coletadas não puderam ser vistas em prática, como por exemplo, a execução de drenos e a cobertura diária dos resíduos, o que pode ter comprometido a descrição. Devido às maiores proporções da CTR Nova Iguaçu, a visita foi menos satisfatória que as demais e demandaria outras visitas e mais tempo de estudo, havendo no local uma riqueza de informações e normas internas a serem exploradas.

Algumas iniciativas simples poderiam ser adotadas nos demais aterros, como a cerca móvel, a unidade de apoio móvel e a manta de sacrifício para dias chuvoso. Os gases coletados devem receber maior atenção por parte dos operadores nos aterros de Piraí, Rio das Ostras, Macaé e São Pedro da Aldeia, devendo ser efetivamente queimados e monitorados.

Propõe-se um estudo sobre a destinação de resíduos da construção civil nos municípios de Piraí, Rio das Ostras e Macaé, cujos aterros não recebem RCC ou recebem apenas partes selecionadas deste resíduo (conforme afirmação dos operadores) e no município de Nova Iguaçu, que afirma receber o entulho produzido no município, mas a quantidade recebida é bastante reduzida.

Outro estudo proposto refere-se a acidentes de trabalhos e saúde do trabalhador de aterros sanitários, que trabalham sobre condições insalubres. Na pesquisa, apenas a CTR Nova Iguaçu citou tipos de acidentes ocorridos, sem dados estatísticos. Nos demais aterros não houve relato de acidentes de trabalho, que possivelmente ocorrem, mas não são relatados.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, P. B.. *Avaliação da Influência da Composição de Resíduos Sólidos Urbanos no Comportamento de Aterros Simulados*. Tese de Doutorado em Engenharia Civil. Universidade Federal de Pernambuco. Recife/PE, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10004*: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10006:* Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: 2004b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10007:* Amostragem de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro: 2004c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 12808:* Resíduos de Serviço de Saúde. Rio de Janeiro: 1993.

BLASTONE, R.; SMITH, J.; WILSON, D. *The safe disposal of hazardous wastes*: the special needs and problems of developing countries. Washington, D. C.: World Bank Technical, 1989.

BLISS, R. A. A compact guide to landfill operation: machinery, management and misconceptions. *Waste Management World*, 2006. Disponível em: <http://www.waste-management-world.com/>. Acesso em: 4 dez. 2009.

CARVALHO, A. R.; *Percâmetro: um novo equipamento para medidas de parâmetros geotécnicos de resíduos sólidos.* Desenvolvimento e aplicação no aterro sanitário de Santo André – São Paulo. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade de Federal de Viçosa. Viçosa, 2002.

CATAPRETA, C. A. A.;SIMÕES. G. F.; BARROS, R. T. V. Avaliação da densidade de resíduos sólidos urbanos dispostos em um aterro experimental. In: CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL, 30, 2006, Punta del Este. Anais... Punta del Este: AIDIS, 2006

CATAPRETA, C. A. A.;SIMÕES. G. F.; BATISTA, H. P.; OLIVEIRA, A. F. G.; OLIVEIRA, L. C. M. *Influência da Umidade e Fatores Operacionais na Compactação de Resíduos Sólidos Urbanos no Aterro Sanitário de Belo Horizont, MG*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23, 2005, Campo Grande. *Resumos*.. ABES, 2005

CATAPRETA, C. A. A.; SIMÕES, G. F., BATISTA, H. P.; MARTINS, H. L. *Avaliação da Compactação dos Resíduos Sólidos Urbanos Dispostos no Aterro Sanitário da BR-040 em Belo Horizonte – MG.* In: CONGRESSO BRASIEIRO DE GEOTECNIA AMBIENTA - REGEO, 5, 2003, Porto Alegre. *Resumos...* ABMS, 2003.

CENTRO DE INFORMAÇÕES E DADOS DO RIO DE JANEIRO - CIDE; *Mapa Oficial do Estado do Rio de Janeiro (2001).* Disponível em: http://www.cide.rj.gov.br/mapas_estado.php. Acessado em 06/03/2010. Rio de Janeiro/RJ, 2001.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. *Procedimento para Implantação de Aterro Sanitário em Valas.* São Paulo, 2005. Disponível em: www.ambiente.sp.gov.br/valas/proced_implantacao/proc_implant.pdf Acesso em 23/08/2009

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO DO ESTADO DA BAHIA – CONDER. *Manual de Operação de Aterros Sanitários*. Bahia, [200-?].

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. *Resolução nº358 - Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.* CONAMA, 2005.

GOMES, L. P. (Coord.). *Estudos de caracterização e tratabilidade de lixiviados de aterros sanitários para as condições brasileiras*. Rio de Janeiro: ABES, 2009. Projeto PROSAB.

GOOGLE EARTH. Disponível em: http://earth.google.com/intl/pt/

GUIMARÃES, L. T. *Utilização do Sistema de Informação Geográfica (SIG) para identificação de áreas potenciais para disposição de resíduos na Bacia do Paquequer, município de Teresópolis - RJ*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade de Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2000.

HOLAND, T. *The Fundamentals of Waste Compaction on a Landfill Site*. Wastes Management, 1995. Apud MARQUES, A. C. M. *Compactação e Compressibilidade de Resíduos Sólidos Urbanos*. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos/ SP, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA – IBGE. *Cidades@ - Estimativa da População 2009.* Disponível em: http://www.ibge.gov.br/cidadesat. Acessado em 06/03/2010. IBGE, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA - IBGE. *Cidades@ - Produto Interno Bruto dos Municípios 2007.* Disponível em: http://www.ibge.gov.br. Acessado em 06/03/2010. IBGE, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA – IBGE. *Estados@* Disponível em: http://www.ibge.gov.br/estadosat. Acessado em 08/11/2009. IBGE, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA - IBGE. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico*. Rio de Janeiro/RJ: IBGE, 2000.

CASTILHOS JUNIOR, A. B. (Coordenador). *Resíduos sólidos urbanos*: aterro sustentável para municípios de pequeno porte. Rio de Janeiro: ABES, RiMa, 2003. Projeto PROSAB

KERBER, D. D. *Alternativa de contenção e desidratação natural de lodo na ETA Passaúna, Curitiba – PR*. In: Simpósio Internacional de Ciências Integradas da UNAERP. Universidade de Ribeirão Preto. Guarujá, 2008. Disponível em: http://www.cimm.com.br/portal/publicacao/exibir/112

MACAÉ. Prefeitura. Disponível em: <http://www.macaé.rj.gov.br>. Acessado em 12/09/10.

MARQUES, A. C. M. *Compactação e Compressibilidade de Resíduos Sólidos Urbanos*. Tese de Doutorado em Engenharia. Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos/ SP, 2001.

MONTEIRO, J. H. P. et al. *Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos*. Rio de Janeiro/RJ: IBAM, 2001.

MORAES, P. B.; BERTAZZOLI, R.; *Degradação Fotoquímica de Chorume de Lixo Gerado em Aterros Sanitários*. In.: Workshop Brasil-Japão em Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 3, 2005. *Resumos...*UNICAMP, 2005.

NOVA IGUAÇU. Prefeitura. Disponível em: <www.novaiguacu.rj.gov.br/>. Acessado em 27/12/10.

PNUD; IPEA; FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. *Atlas do desenvolvimento humano no Brasil*. Brasília: PNUD/IPEA/Fundação João Pinheiro, 2000. Disponível em: http://www.pnud.org.br/home/'

RIO DAS OSTRAS. Prefeitura. Disponível em: <http://www.riodasostras.rj.gov.br>. acessado em 02/09/10.

SAN DIEGO. Environmental Services Department. *Landfill Operations Manual*. San Diego, 2009. Disponível em: http://www.sandiego.gov/environmental-services/ems/lfill.shtml

SÃO PEDRO DA ALDEIA. Prefeitura. Disponível em <http://pmspa.rj.gov.br> Acessado em 20/12/10.

SIMÕES, G. F.; CATAPRETA, C. A. A.; MARTINS H. L.; BATISTA H. P. *Recalques em Resíduos Sólidos Dispostos no Aterro Sanitário de Belo Horizonte.* In*:* Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 11, 2004, Natal. *Resumos*...ABES, 2004

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. *Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos de 2006*. SNIS, 2006.

SURPRENANT, G.; LEMKE, J.; *Landfill compaction: setting a density standard*. Waste Age, 1994. Apud MARQUES, A. C. M. *Compactação e Compressibilidade de Resíduos Sólidos Urbanos*. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos/ SP, 2001.

TEIXEIRA, G. P.; LACERDA, G. B. M.; FRANÇA, R. A. *Metodologia de Operação de Aterro Sanitário no Município de Juiz de Fora – MG*. Seminário Nacional de Resíduos Sólidos - Responsabilidade Sócio-ambiental, 8, 2006, São Luís. ABES, 2006.

APÊNDICE – Roteiro de perguntas aplicado nos aterros sanitários visitados

Características

1. Qual a área útil do aterro? _____
2. Qual a área total do empreendimento?_____
3. Qual o método construtivo (trincheira, rampa, área)?_____
4. Como foi feita a impermeabilização da base?_____
5. Recebe resíduo de outro município?
   □ Não □ Sim. Quais?_____
6. Existe estação de transferência no município?
   □ Não □ Sim.

Controle de Entrada

1. Quais os tipos de resíduos que o aterro recebe?
   □ Doméstico
   □ RSS
   □ RCC
   □ Galhada
   □ Limpa-Fossa
   □ Outros: _____

2. Quais os tipo de veículos que entram no aterro?
   _____
   _____
   _____
   _____

3. Há pesagem na entrada do veículo?
   □ Não □ Sim

4. Há identificação do resíduo na entrada do veículo?
   □ Não □ Sim

5. Quantos veículos em média entram no aterro por dia?_____

6. Qual o total em tonelada, por tipo de resíduo, que se recebe em média por dia?
   Doméstico: □ Próprio _____ □ Outros Municípios:_____
   RSS: □ Próprio _____ □ Outros Municípios:_____
   RCC: □ Próprio _____ □ Outros Municípios:_____
   Galhada: □ Próprio _____ □ Outros Municípios:_____
   Limpa-Fossa: □ Próprio _____ □ Outros Municípios:_____
   Outros: □ Próprio _____ □ Outros Municípios:_____

Quadro de Funcionários

7. Quantos funcionários estão envolvidos com a operação?_____
8. Quais os horários dos turnos?

Manhã: _____
Tarde: _____
Noite: _____

Licenciamento

1. Quando o aterro começou a operar? _____
2. Quando obteve licença?_____
3. Que tipo de licença possui? _____
4. Qual é a validade da licença? _____
5. Quando será o encerramento? _____

Operação

1. Após o espalhamento, é feita a compactação do resíduo?
   □ Não □ Sim

2. Como é feita? (de baixo para cima? Ida e volta?)
   _____
   _____
   _____
   _____
   _____

3. Quais os equipamentos utilizados no espalhamento/compactação?
   _____
   _____
   _____
   _____

4. Como o operador percebe que atingiu um bom grau de compactação?
   _____
   _____
   _____
   _____

5. Qual o número de “passadas” que o operador considera ideal para uma boa compactação? _____

6. Há monitoramento periódico do peso específico?
   □ Não □ Sim, resumo deste controle:_____
   _____
   _____
   _____

7. Qual é a freqüência de cobertura? _____

8. Como o operador percebe que o resíduo já está devidamente coberto?
   _____
   _____
   _____
   _____

9. Como é controlada a espessura da camada de cobertura diária?
   _____
   _____
   _____
   _____

10. Qual a origem do material de cobertura diária?
    □ Do Próprio Aterro Sanitário □ Outros:_____

11. A camada intermediária é removida no próximo dia de trabalho?
    □ Não □ Sim

12. Como é controlada a espessura da camada de cobertura final?
    _____
    _____
    _____
    _____

13. Qual a origem do material de cobertura final?
    □ Do Próprio Aterro Sanitário □ Outros:_____

14. OS taludes definitivos são gramados?
    □ Não □ Sim

15. Qual é a altura de cada célula?_____
16. Qual a cota atual do aterro? _____
17. A que cota se espera chegar?_____

18. Quais são os outros equipamentos utilizados na operação do aterro?
    _____
    _____
    _____
    _____

19. Como é feita a manutenção dos equipamentos? (preventiva/reparos)
    _____
    _____
    _____
    _____
    _____
    _____

20. Como é feita a drenagem das águas? Como é sua manutenção?
    _____
    _____
    _____
    _____
    _____
    _____

21. Como é a operação em dias de chuva?

_____
_____
_____
_____
_____
_____

22. Há controle de gases (coleta/queima)?
    □ Não □ Sim, resumo deste controle:_____

23. A qualidade dos gases é monitorada?
    □ Não □ Sim, resumo deste controle:_____

24. Há controle de efluentes (coleta/tratamento)?
    □ Não □ Sim, resumo deste controle/tratamento:_____
    _____
    _____
    _____
    _____
    (tratamento, destino final, monitoramento, etc.)

25. Como são feitos os drenos de chorume e gases?
    _____
    _____
    _____
    _____
    _____

26. Há controle monitoramento dos recalques?
    □ Não □ Sim. Como é feito?_____

_____

_____

27. Como se faz o controle de vetores (ratos, urubus)?
    _____
    _____
    _____
    _____

28. Como é feita a manutenção dos acessos? Qual é a freqüência?
    _____
    _____
    _____
    _____

29. O aterro recebe Limpa-fossa?
    □ Não □ Sim. Qual é o tratamento?_____
    _____
    _____
    _____

30. Recebe galhada?
    □ Não □ Sim. Qual é o tratamento?_____
    _____
    _____
    _____

31. Recebe RCC?
    □ Não □ Sim. Qual é o tratamento?_____
    _____
    _____
    _____

32. Quais são os três principais problemas da operação de aterros sanitários?
    _____
    _____
    _____
    _____

Acidentes de Trabalho

1. Quais os tipos de acidentes mais comuns?
   _____
   _____
   _____
   _____
2. Quais são as medidas de proteção adotadas?
   _____
   _____
   _____
   _____

Acidentes Ambientais

1. Já ocorreu algum acidente ambiental?
   □ Não □Sim. Quando ocorreu e como foi? _____
   _____
   _____
2. Quais são as medidas de proteção contra acidentes ambientais adotadas?
   _____
   _____
   _____
   _____
   _____

Observações

_____
_____
_____
_____

ANEXO - Procedimento Operacional da CTR Nova Iguaçu – Divulgação Restrita

HAZTEC	TÍTULO: RECEBIMENTO, ESPALHAMENTO, COMPACTAÇÃO E COBERTURA DE RESÍDUOS		
	ELABORADOR: Tiago Werderits Assist.Téc. Medição	DATA: 25/09/2009	NÚMERO: POP-NIC-007
	APROVADOR: William Martins – Superv. de Produção	REVISÃO: 00	PÁGINA: 1 / 7

1 OBJETIVO

Este procedimento operacional (POP) visa estabelecer diretrizes de controle operacional às atividades envolvidas na destinação final de resíduos na célula de operação.

2 APLICAÇÃO

Este procedimento é aplicável aos apontadores de campo e aos colaboradores envolvidos diretamente no subprocesso OPA "Operação de Aterro".

3 REFERÊNCIAS

Projeto Executivo do Aterro Sanitário de Nova Iguaçu

Caderno de Desenhos do Aterro Sanitário de Nova Iguaçu

Programa de Prevenção de Riscos Ambientais

4 DEFINIÇÕES

"Bolo de Noiva": Forma de preenchimento dos taludes que se assemelha ao formato de um bolo em camadas.

Talude: Rampa formada em aterros ou cortes, com inclinação prevista.

Berma: Parte superior das células de resíduos que ficam expostas, objetivando aumentar a estabilidade do aterro e facilitar a manutenção e o monitoramento da célula.

Basculamento: Descarga de material do equipamento para posterior utilização

Praça de Operação: Espaço onde a operação recebe o resíduo para posterior arranjo compactado e cobertura. Também denominada como "Frente de Operação".

Ensaio de Proctor Normal: Ensaio de compactação idealizado por Ralph Proctor, que permite uma caracterização do solo, para que o mesmo possua um nível de umidade favorável à compactação, de acordo com a energia de compactação específica (peso do rolo compressor e/ou trator e número de passadas por camadas).

Solo Argiloso: Camada superficial da crosta terrestre, na qual os grãos de argila são bem menores que os grãos de areia, conseguindo assim um ótimo potencial para retenção de água,

uma vez que é pouco permeável e bem menos arejado - os espaços são menores dificultando o escoamento de água e a entrada de ar.

Solo Vegetal: Fértil, rico em húmus (matéria orgânica do solo proveniente de animais e vegetais em decomposição), amplamente indicado para o cultivo de plantas em geral e para a jardinagem.

5 RESPONSABILIDADE

TAREFA	RESPONSÁVEL
Deslonamento dos caminhões e indicação de aterro para bascular	Servente (Tira-Lonas)
Orientação para basculamento correto e operação de comandos externos para abertura da caçamba	Servente (Ponta-de-Aterro)
Espalhamento e compactação dos resíduos recebidos	Operador de Máquinas
Informar à Pesagem local da praça de operação	Topografia
Preenchimento do relatório diário de obras	Encarregado Geral ou de Operação

6 MATERIAIS, FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS

Para a execução das atividades descritas neste procedimento far-se-á necessário rádio de comunicação, veículo automotor, e garrafa térmica com água mineral.

7 DESCRIÇÃO DO PROCEDIMENTO

Ao chegar na CTR, os caminhões deverão se dirigir à Balança Industrial para que sejam pesados. Depois da pesagem inicial, deverão ser encaminhados ao tira-lonas para saber em qual aterro deverá bascular o resíduo e também para retirar a lona que recobre a caçamba, quando necessário.

7.1 DESLONAMENTO

Caso o caminhão precise retirar a lona para bascular, siga os passos a seguir.

Passo 1: Sempre em dois, aguardem o posicionamento do caminhão entre as escadas.

Passo 2: Solte as presilhas laterais (elásticos) que seguram a lona;

Passo 3: Dobre a lona no sentido: traseira do caminhão para frente e prenda os elásticos nos ganchos ou nos apoios atrás da cabine.

Passo 4: Oriente o motorista para que se dirija ao aterro específico para seu resíduo

7.2 RECEBIMENTO DO RESÍDUO

Após retirar a lona o motorista deverá seguir para o aterro indicado, a fim de bascular o resíduo. O ponta-de-aterro deverá ajudar o motorista conforme os passos a seguir:

Passo 1: Aguarde a chegada do caminhão no aterro.

Passo 2: Indique o lugar que ele deve descarregar

Passo 3: Nos caminhões compactadores use as alavancas de comando para bascular o resíduo da caçamba, ficando um dos pontas-de-aterro observando se foi retirado todo o lixo da caçamba

Passo 4: No restante dos caminhões deverá ficar um ponta-de-aterro na frente do caminhão, à aproximadamente cinco passos de distância, observando se este está tombando e um ponta-de-aterro na parte traseira , também a cinco passos de distância, observando se foi retirado todo o resíduo da caçamba

7.3 COMPACTAÇÃO

Este serviço será realizado pelos operadores de máquinas, a saber: Trator de Esteira ou Lâmina, Escavadeiras Hidráulicas e Rolo Compactador do tipo pata.

Para realizar a compactação siga os passos a seguir:

Passo 1: Espere o caminhão bascular todo o resíduo, conforme a orientação dos pontas-de-aterro

Passo 2: Quando o caminhão se afastar, espalhe o resíduo em rampas com o trator.

Passo 4: Use a escavadeira para auxiliar na conformação das camadas inclinadas (taludes).

ATENÇÃO: *Tome cuidado para não ultrapassar os cinco metros de altura que a célula de resíduo deve ter. Quando estiver no "Bolo-de-Noiva" use a cruzeta para saber quando chegou nos 5 (cinco) metros de altura da célula. Caso a célula já estiver sido iniciada, não é obrigatório o uso da cruzeta, podendo ser utilizada a altura dao corte dos taludes como referência.*

Passo 5: Compacte com passadas de trator e com o rolo copactador do tipo pata.

ATENÇÃO: *O rolo compactador somente poderá ser utilizado na vertical, ficando proibido seu uso para compactação de resíduo em taludes (camadas inclinadas)*

A cada mudança na localização do recebimento, espalhamento e compactação dos resíduos, o Encarregado Geral ou o Encarregado de Operação deverá informar ao setor de Topografia, que

por sua vez informará ao setor de Pesagem para que este possa lançar estes dados no Sistema RESIS para fins de rastreabilidade.

Esta localização deverá ser descrita no "Relatório Diário de Obras" – FORM-NIG-015, que em seguida deverá ser validado pelo Fiscal residente na obra.

7.4 COBERTURA DE RESÍDUOS

Diariamente o lixo lançado deverá receber uma cobertura de material específico, com espessura mínima de 30 centímetros. Em função da quantidade de lixo recebido no aterro e das dimensões da célula em execução, a cobertura do topo da célula do lixo deverá ser feita continuamente, deixando-se apenas exposta a frente de lançamento, a qual por sua vez deverá receber o recobrimento sempre que houver paralisação do lançamento de lixo por mais de 12 (doze) horas. A tarefa deverá seguir os seguintes passos:

Passo 1: Aguarde o basculamento do material para cobertura: solo argiloso ou material inerte[1].

Passo 2: Espalhe o material com o trator.

Passo 3: Quando necessário, ajuste os taludes com o auxílio da escavadeira.

Passo 4: Compacte o material com passadas de trator e com o rolo compactador até conseguir uma espessura mínima de 30 (trinta) centímetros.

A cobertura diária dos resíduos, assim como sua localização, serão descritos no "Relatório Diário de Obra" – FORM-NIG-015, que deverá ser validado pelo fiscal da EMLURB residente na obra.

7.5 ACOMODAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO REVESTIMENTO FINAL

Ao término do processo "Bolo de Noiva", após a cobertura diária de resíduos em todas as superfícies dos taludes, bermas e patamares do aterro, será dado início a execução do Revestimento final do aterro, seguindo os seguintes passos:

Passo 1: Após o basculamento, espalhe e compacte solo argiloso[2] sobre a última camada de cobertura até conseguir uma camada de revestimento de 30 (trinta) centímetros.

Passo 2: Aguarde a coleta do solo argiloso e conseqüente resultado do Ensaio de Proctor Normal. Que deverá apresentar desvio de 0% à +2% (h-hOT) e permeabilidade inferior a 10-7cm/s.

[1] O material retirado da implantação proveniente de jazida licenciada é utilizado para recobrimento de resíduos e cobertura final. Havendo necessidade de aquisição de material de cobertura de área externa aos locais licenciados na CTR, as aquisições serão feitas com fornecedores qualificados conforme lista de itens críticos.

[2] Idem a Nota 1.

Passo 3: Repita o Passo 1 para conseguir mais uma camada de revestimento de 30 (trinta) centimetros.

Passo 4: Aguarde a coleta do solo argiloso e conseqüente resultado do Ensaio de Proctor da segunda camada compactada, cujo valor deverá ser de 0% a +2% (h-hOT) de desvio e permeabilidade inferior a 10^{-7} cm/s. Inicie o Passo 5 somente se o valor do ensaio estiver dentro do valor especificado

Passo 5: Após basculamento de solo vegetal, espalhe até conseguir uma espessura mínima de 40 (quarenta) centímetros.

Passo 6: Faça o plantio de gramíneas.

Passo 7: Regue as gramíneas até a "pega" definitiva.

A localização do recebimento, espalhamento e compactação da argila, solo vegetal e a colocação da grama, devem ser descritos no Relatório Diário de Obras – FORM-NIG-015

8 CONSIDERAÇÕES DE QUALIDADE, SEGURANÇA, MEIO AMBIENTE E SAÚDE

Os responsáveis pela execução desta tarefa deverão estar integrados à Política do SGI da empresa, conhecer os compromissos de conduta dos colaborares da Haztec, juntamente com as normas de Meio Ambiente, Saúde, Higiene e Segurança Ocupacional; além de receber treinamento prévio deste POP. Deverá também ter o cuidado de controlar a quantidade de resíduos gerados, diminuindo sua emissão e segregando corretamente os mesmos por meio dos recipientes para coleta seletiva, distribuídos pelas dependências do aterro.

Quando em campo, deverá estar uniformizado, e de acordo com a sua atividade e condições climáticas, deverá adotar as medidas de segurança e cuidados com o meio ambiente conforme a tabela abaixo:

ATIVIDADE	MEDIDAS DE SAÚDE E SEGURANÇA	CUIDADOS COM O MEIO AMBIENTE
- Tira-Lonas / Ponta de Aterro	Quando em campo utilize os seguintes EPIs: - Calçado de segurança com palmilha de aço (Couro); - Máscara PFF2-V.O; - Luva de PVC; - Colete Sinalizador (trabalho	- Use a água e a energia elétrica de maneira racional; - Reduza o consumo de papel com a utilização de rascunhos; - Faça a coleta seletiva: Lixeira Azul: papel e papelão Lixeira Vermelha: plásticos

	noturno) Capacoto(somonto tira-lonas); - Perneira; - Óculos de Segurança. Em dias Chuvosos: - Calçado de segurança com palmilha de aço (PVC, de cano longo); e - Capa de Chuva.	Lixeira Verde: vidros Lixeira: Amarela: metal (latinhas) Lixeira Cinza: resto de comidas
- Operador de Máquinas	Quando em campo utilize os seguintes EPIs: - Calçado de segurança com palmilha de aço (Couro); - Máscara PFF2 V.O; - Protetor Auricular (tipo concha); - Óculos de Segurança Em dias Chuvosos: - Calçado de segurança com palmilha de aço (PVC, de cano longo); e Capa de Chuva.	- Use a água e a energia elétrica de maneira racional; Reduza o consumo do papel com a utilização de rascunhos; - Desligue a máquina quando for fazer pausas longas - Faça a coleta seletiva. Lixeira Azul: papel e papelão Lixeira Vermelha: plásticos Lixeira Verde: vidros Lixeira: Amarela: metal (latinhas) Lixeira Cinza: resto de comidas
- Motoristas	Quando em campo utilize os seguintes EPIs: - Calçado de segurança com palmilha de aço (Couro); - Máscara PFF-2 VO; - Óculos de Segurança.	

9 REGISTROS

FORM-NIG-015– "Relatório Diário de Obra"

Ensaio de Compactação e Permeabilidade da Camada de Revestimento.

10 ANEXOS

Não Aplicável.

11 HISTÓRICO

HISTÓRICO DAS ALTERAÇÕES				
DATA	**REVISÃO**	**DESCRIÇÃO DOS ITENS REVISADOS**	**ELABORAÇÃO**	**APROVAÇÃO**
25/09/09	00	Emissão inicial.	Tiago Werderits	William Martins

A cópia controlada é identificada pela expressão "cópia controlada".
Demais documentos, cópias de caráter informativo e atualização não controlada.